

iAP20 Rec'd PCT/PTO 30 JUN 2006

## 明 細 書

磁気記録媒体とその製造方法、製造装置、記録再生方法、および記録再生装置

## 技術分野

[0001] 本発明は書き換え可能な磁気記録媒体、あるいは記録媒体に光を照射して温度上昇させながら信号を記録再生する磁気記録媒体において、特にサーボ基準信号を有する磁気記録媒体とその製造方法、製造装置、記録再生方法、および記録再生装置に関する。

## 背景技術

[0002] 磁気記録媒体や相変化記録媒体等の光記録媒体は、大容量・高密度記録が可能な可搬型記録媒体であり、近年のマルチメディア化に伴うコンピュータの大容量ファイルや動画を記録する媒体として需要が急増しつつある。

光記録媒体は、一般にプラスチック等の透明な円盤状の基板の上に記録層を含む記録膜等の多層薄膜を形成した構成を有する。この光記録媒体にレーザを照射して、フォーカスサーボ、および、案内溝あるいはプリピットを用いて、トラッキングサーボをかけながら情報の記録、消去を行ない、レーザの反射光を用いて信号を再生する。

磁気記録媒体は従来、固定磁界を加えて記録されている情報を消去した後、反対方向の固定磁界を加えて新たな情報を記録する、いわゆる光変調記録方式が中心であった。近年は、レーザを照射しながら、磁界を記録パターンに従って変調させる磁界変調方式が、1回転で記録(ダイレクトオーバーライト)可能であり、しかも高記録密度であっても正確に記録できる方式として注目されている。また、相変化型の光記録媒体は、光変調記録方式によりダイレクトオーバーライト可能で、CDやDVDと同じ光学系で再生可能であるために普及が進んでいる。

光記録媒体の記録密度の限界は、光源のレーザ波長( $\lambda$ )によって決まり、回折限界( $\sim \lambda / (2NA)$ :  $NA$ は対物レンズの開口数)に依存している。近年は、対物レンズを2枚組にすることで0.8以上の $NA$ をもったシステムが提案され、開発が活発に行なわれている。記録再生のためのレーザは従来、基板を通して記録層を含む記録

膜に照射されていたが、NAが大きくなるほど光が基板を通過した時の基板の傾き等による収差が大きくなるため、基板厚みを薄くする必要がある。

また、磁気記録媒体では、媒体の改良とGMRヘッド等の磁気ヘッドの実用化により、光記録媒体よりも高記録密度を実現しているが、光記録媒体のように、トラッキングサーボ用の案内溝、あるいはプリピットが無い場合、サーボライター等によりトラッキング用の信号を記録しておく必要がある。

この解決法として、例えば、磁気転写によりサーボピットを形成する方法が考案されている(例えば、特許文献1参照)。

特許文献1:特開平10-40544号公報

### 発明の開示

[0003] しかしながら、上記従来の磁気記録媒体では、サーボライター等によりトラッキング用の信号を記録しておくため、媒体1枚ごとにサーボ基準信号を記録する必要があり、時間とコストがかかるという課題があった。また、上記特許文献1の提案方法では、転写磁界や工法等に課題があった。さらに、いずれの方法においても、記録容量の高密度化によりトラックピッチが小さくなった場合には、温度ドリフト等の周囲の環境の影響が大きくなり、安定したトラッキング情報の記録、あるいは安定なサーボ基準信号の形成、検出が困難になるという課題があった。

本発明の目的は、磁氣的に記録再生を行なう記録媒体において上記課題を解決し、信号特性、トラッキング特性に優れた磁気記録媒体を提供することである。また、光を照射して記録層を含む記録膜の温度を上昇させながら磁氣的に記録再生する記録媒体においても、サーボ基準信号の安定性を高め、信号特性に優れた磁気記録媒体を提供することである。

本発明の磁気記録媒体は、基板上に記録層を備える磁気記録媒体であって、基板上に少なくとも一つの信号領域を有し、信号領域と信号領域以外の領域との表面粗さが異なることを特徴とする。

これにより、トラッキング用のサーボ基準信号を媒体ごとに記録する必要がなくなり、生産性やコスト性が向上する。

本発明の磁気記録媒体は、基板上に記録層を備える磁気記録媒体であって、基

板上に下地層を備え、下地層上に、少なくとも一つの信号領域を有し、信号領域と信号領域以外の領域との表面粗さが異なることを特徴とする。

本発明の磁気記録媒体において、下地層は、誘電体層、金属層、もしくは磁性層、あるいはそれらを積層した薄膜からなることが好ましい。

これにより、トラッキング用のサーボ基準信号を媒体ごとに記録する必要がなくなり、生産性やコスト性が向上する。

本発明の磁気記録媒体において、信号領域は、凹形状または凸形状を有することが好ましい。

本発明の磁気記録媒体において、信号領域に微粒子を充填することを特徴とする。

これらにより、磁気特性の変化を大きくでき、サーボ基準信号の安定性を高めることができるため、磁気記録媒体の信号特性が向上する。

本発明の磁気記録媒体において、信号領域は、表面粗さRaが0.5nm以上のプリピットであり、信号領域以外の領域の表面粗さRaが0.5nmより小さくかつ一定であることが好ましい。

本発明の磁気記録媒体において、記録層は、膜面垂直方向に磁気異方性を有する磁性膜からなることを特徴とする。

本発明の磁気記録媒体において、記録層に形成されている記録磁区が転写され、記録情報再生時には転写された記録磁区の磁壁が移動する再生層を、記録層上にさらに備えることが好ましい。

これにより、より高密度な記録再生方式に対応可能となる。

本発明の磁気記録媒体において、信号領域は、記録再生用磁気ヘッドのサーボの基準となるプリピットを有することが好ましい。

本発明の磁気記録媒体において、記録再生用磁気ヘッドのトラッキングサーボの基準となるプリピットは、記録層に形成されている記録磁区の最小パターンよりも小さい凹凸パターンであることを特徴とする。

これらにより、サーボライター等を用いてサーボ基準信号の記録を必要とせず、安定したサーボ特性を持つ、信号特性に優れた磁気記録媒体を実現できる。

本発明の磁気記録媒体において、信号領域は、最大径が $0.5\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

本発明の磁気記録媒体の製造方法は、基板上に記録層を備える磁気記録媒体の製造方法であって、基板上に、少なくとも一つの信号領域を、その表面粗さが前記信号領域以外の領域の表面粗さと異なるように、エッチングにより形成することを特徴とする。

本発明の磁気記録媒体の製造方法は、磁気記録媒体の表面の表面粗さを、エッチングにより大きくさせることが好ましい。

本発明の磁気記録媒体の製造方法は、磁気記録媒体の表面の表面粗さを、エッチングにより平滑化させることが好ましい。

本発明の磁気記録媒体の製造方法は、記録層を形成した後、記録層表面をエッチングすることにより平滑化させることが好ましい。

本発明の磁気記録媒体の製造方法は、スタンプ表面をエッチングすることにより、スタンプ上にプリピットを形成し、プリピットを基板上に転写させることにより、その表面粗さが信号領域以外の領域と異なる信号領域を形成することを特徴とする。

本発明の磁気記録媒体の製造方法において、エッチングは、エッチング面に微粒子を塗布した上で行なうことが好ましい。

本発明の磁気記録媒体の製造方法において、エッチングは、イオンエッチング、プラズマエッチング等のドライエッチングであることが好ましい。

本発明の磁気記録媒体の製造方法において、転写は、インプリントにより行なわれることを特徴とする。

本発明の磁気記録媒体の製造方法において、転写は、加熱転写により行なわれることを特徴とする。

本発明の磁気記録媒体の製造方法において、スタンプに形成されたプリピットを、基板上に形成した樹脂上に転写させることを特徴とする。

本発明の磁気記録媒体の製造方法において、信号領域を基準信号として、磁気記録媒体上にサーボ信号を形成することを特徴とする。

これらの製造方法により、高密度記録再生した場合にも、優れた信号特性を持つ磁



気記録媒体を製造できる。

また、本発明の磁気記録媒体の製造装置は、基板上に記録層を備える磁気記録媒体の製造装置であって、基板上に、膜面垂直方向に磁気異方性を有する磁性膜からなる記録層を形成する記録層形成部と、基板上に、少なくとも一つの信号領域を、その表面粗さが信号領域以外の領域の表面粗さと異なるように、エッチングにより形成する領域形成部と、を備えることを特徴とする。

本発明の記録方法は、基板上に記録層を備える磁気記録媒体の記録方法であって、表面粗さの違いによる磁気特性の違いを検出し、磁気特性の違いをもとにサーボ基準信号を形成し、トラッキングサーボをかけながらレーザ光を照射して、磁気記録媒体上に情報信号を記録することを特徴とする。

本発明の再生方法は、基板上に記録層を備える磁気記録媒体の再生方法であって、磁気記録媒体にレーザ光を照射して、記録層を昇温させながらサーボ基準信号を形成し、トラッキングサーボをかけながらレーザ光を照射して、磁気記録媒体上からの情報信号を再生することを特徴とする。

本発明の記録再生装置は、基板上に記録層を備える磁気記録媒体の記録再生装置であって、レーザ光を照射し、磁気記録媒体上に情報信号を記録再生する磁気ヘッドと、情報信号を再生時に磁気記録媒体にレーザ光を照射する光学ヘッドと、磁気ヘッドを制御し、表面粗さの違いによる磁気特性の違いを検出する磁気ヘッド制御検出部と、磁気記録媒体を回転させるスピンドルモータと、スピンドルモータの回転および駆動を制御し、レーザ光と磁気ヘッドのトラッキングサーボを制御するモータ駆動および制御回路とを備えることを特徴とする。

なお、本発明の磁気記録媒体は上記構成に限定されるものではなく、表面粗さの違いによる磁気特性の違いを利用することで、サーボ基準信号を形成可能な構成を持つ磁気記録媒体とその製造方法、および記録再生方法と記録再生装置であればよい。

以上、上記本発明の磁気記録媒体において、基板上、あるいは基板上に形成した下地層上に、他の領域と表面粗さが異なる信号領域を形成した構成により、媒体の生産性向上およびコスト削減が図れ、さらには、安定したサーボ特性を持つ磁気記

録媒体が得られる。

また、信号領域を、凹形状または凸形状とすることにより、光を照射して記録層を含む記録膜の温度を上昇させながら磁氣的に記録再生する場合においても、サーボ基準信号の安定性および信頼性が向上した磁気記録媒体が得られる。

以上より、高密度な記録再生を行なう場合にも、優れた信号特性を持つ磁気記録媒体を提供することが可能となる。

### 図面の簡単な説明

- [0004] [図1]本発明の実施の形態1における磁気記録媒体の構成を示す図。  
[図2]本発明の実施の形態2における磁気記録媒体の構成を示す図。  
[図3]本発明の実施の形態3における磁気記録媒体の構成を示す図。  
[図4]本発明の実施の形態4における磁気記録媒体の構成を示す図。  
[図5]本発明の実施の形態5における磁気記録媒体の構成を示す図。  
[図6]本発明の実施の形態6における磁気記録媒体の構成を示す図。  
[図7]本発明の実施の形態における磁気記録媒体の製造方法を示す、(A)断面構成図と、(B)斜視構成図。  
[図8]本発明の実施の形態における磁気記録媒体の記録再生装置の構成を示す図。  
[図9]本発明の実施の形態における磁気記録媒体の再生動作の説明のための磁気記録媒体の断面図。(a)磁気記録媒体の記録膜の構成(特に磁化の方向)を示す断面図。(b)再生動作中の磁気記録媒体の位置に対する媒体内部での温度分布を示す特性図。(c)再生層の磁壁エネルギー密度を示す特性図。(d)再生層の磁壁を移動させようとする力を示す特性図。  
[図10]表面粗さの違いから生じる磁気特性の違いを示すグラフ。  
[図11]磁気ヘッドの位置による磁束密度の温度特性を示すグラフ。

### 符号の説明

- [0005] 1、2、3、4、5、6、201 磁気記録媒体  
11、21、41、51、61 基板  
12、22、32、42、52、62 ピット領域

- 13、23、33、43、53、63 データ領域
- 16、26、36、46、56、66 誘電体層
- 17、27、37、47、57、67 記録膜
- 18、28、38、48、58、68 潤滑保護層
- 19、29、39、49、59、69 磁気ヘッド
- 30、40、60、70 レーザ光ビーム
- 50 微粒子
- 80 スタンパ
- 202 磁気ヘッド
- 203 スピンドルモータ
- 204 光学ヘッド
- 205 レーザ駆動回路
- 206 磁気ヘッド制御および検出回路
- 207 モータ駆動および制御回路

#### 発明を実施するための最良の形態

[0006] 以下に、本発明について図面を参照しつつさらに詳細に説明するが、本発明はその趣旨を越えない限り以下の実施の形態に限定されない。

なお、以下の実施の形態では、表面粗さRaは以下の式で表され、測定面の面積( $X \times Y$ )における平均面から測定点までの偏差の絶対値  $|f(X, Y)|$  を合計し平均した値であり、次の式で表される。

式1

[0007]

$$R a = \frac{1}{X \times Y} \iint_{XY} |f(X, Y)| dX dY$$

本実施の形態では、測定面の面積について約  $1 \mu m^2$  を基準として測定を行なっている。

(実施の形態1)

従来の磁気記録媒体(以下、磁気ディスク)には、トラッキングサーボのためのサーボ信号を記録するために、サーボライター等を用いて磁気ディスク1枚ごとにサーボ基準信号を記録しており、時間とコストがかかるという課題があった。また、記録密度が高密度化されると、特にトラッキング方向での高精度な位置制御が困難であった。また、サーボライターと実際の記録再生装置との記録トラック間の相関、さらに、環境温度等の変化に伴う半径方向の位置変動等により、記録再生信号特性の劣化、あるいは再生信号量が低下するという課題を有していた。

これに対し、本発明の実施の形態1における磁気ディスク1は、表面粗さが他の領域と異なるよう変化させて形成したサーボ用プリピット(信号領域)を基板上に有する構成により、サーボライター等を用いたサーボ信号の記録を必要としない。また、サーボ用プリピットに基準となる位置情報が正確に記録されているため、環境温度等が変化した場合にも、サーボ用プリピットを基準として記録再生が可能となるため、温度変化に対する安定性に優れ、信号特性に優れた磁気ディスクを実現できるものである。図10に、サーボ用プリピットと他の領域との表面粗さの違いから生じる磁気特性の違いを示す例として、環境温度変化と保磁力 $H_c$ の関係を、表面粗さ $R_a$ が0.5nmと0.2nmの場合を例にして示している。これにより、表面粗さが異なると保磁力 $H_c$ も異なることから、上記課題の解決するために表面粗さを変えることは有効である。

図1に、本発明の実施の形態1における磁気ディスク1の構造を示す。

11はガラスからなる透明な基板、16は下地層である誘電体層、17は磁性層である記録膜、18は記録膜を保護し、かつ磁気ヘッド19を摺動させるための潤滑層の役割も果たす潤滑保護層である。14は記録トラックであり、サーボ用のピット領域12と情報記録用のデータ領域13とにより構成されている。ピット領域12には、表面粗さがピット領域12と異なるよう変化させて形成した2種類のサーボ用プリピットである、トラッキングサーボ用のプリピット15aとアドレス検出用のプリピット15bが形成されている。なお、磁気ディスク1のトラックピッチは0.3 $\mu$ mである。

上記磁気ディスク1においては、記録膜17に対して潤滑保護層18が形成された側からレーザ光ビームを照射し、GMRヘッド等の磁気ヘッド19により信号が記録再生される。これは、高密度に記録された磁気ディスクの記録マークの記録再生に適用で



きる。情報の記録時には、磁気ディスク1が回転し、情報信号に伴って変調された記録信号が磁気ヘッド19で変調されて記録マークとして磁気ディスク1に記録される。また、記録信号再生時には、磁気ヘッド19により記録マークの記録磁区からの磁束を検出して再生する。

以下、磁気ディスク1の作製方法について詳細に説明する。

まず、透明なガラスからなる基板11を加熱溶融し、エッチングにより形成されたピットパターンを有するスタンプを押し付けてピットパターンを熱転写させ、表面粗さRaが0.5nm以上のプリピットを形成している。ここで、熱転写するためのスタンプの表面粗さは、イオンエッチングにより制御している。

次に、直流マグネトロンスパッタリング装置にSiターゲットを設置し、プリピットが形成された基板11を基板ホルダーに固定した後、 $8 \times 10^{-6}$  Pa以下の高真空になるまでチャンバー内をターボ分子ポンプで真空排気する。そして、真空排気をしたまま0.3Paになるまでチャンバー内にArガスと $N_2$ ガスを導入し、基板11を回転させながら、SiNからなる下地層である誘電体層16を5nm、反応性スパッタリング法により膜形成する。

さらに、Arガスを1.5Paとなるまでチャンバー内に導入し、基板11を回転させながら、Tb、Fe、Coの各ターゲットを用いて、磁性層であるTbFeCoの記録膜17を40nm、DCマグネトロンスパッタリング法により形成する。ここで、TbFeCoの膜組成は、ターゲットの投入パワー比を調整することにより、所望の膜組成に合わせることができる。ここで、TbFeCoからなる記録膜17は、補償組成温度が120℃であり、キュリー温度は310℃になるように各ターゲットの投入パワーを設定して製膜した。この時、室温での保磁力は8kOe以下となった。また、磁気ヘッド19により微小磁区を記録した場合にも、安定した記録磁区を形成でき、かつ磁気ヘッド19により繰り返し記録再生した場合にも、信号特性に優れた記録再生が可能となる。

記録膜17の上には、ダイヤモンドライクカーボンからなる固体保護層を、Arと $CH_4$ の混合雰囲気中でCターゲットを用いて、反応性RFスパッタリングにより、5nm形成する。さらに、その上にパーフルオロポリエーテルを塗布することで、潤滑保護層18を形成する。

なお、磁気ディスク1について、加熱溶融によりピットパターンを熱転写した基板11上に、記録膜17を形成した構成について述べてきたが、熱転写の代わりにガラス基板を直接加工する方法、あるいはインプリント等の方法を用いてもよい。

さらに、磁気ディスク1では、トラックピッチが $0.3\mu\text{m}$ としたが、情報の記録される記録トラック幅が $0.6\mu\text{m}$ 以下であって、記録情報の最短のマーク長が $0.3\mu\text{m}$ 以下の記録ドメインを記録するような磁気ディスクであれば、本発明の効果はより大きい。

以上のように、本実施の形態の構成によると、高密度な記録情報を記録再生した場合にも安定した信号特性が得られる。さらに、情報トラックでの記録磁区が安定した形状に形成されることになるため、記録再生時に隣接トラックからのクロスライトおよびクロストークも低減できる。

#### (実施の形態2)

従来のディスクでは、記録膜へレーザ光ビームを照射した際に、磁気ディスクの温度上昇に伴い、サーボ特性が変動する、あるいは、劣化するという課題があった。また、サーボ信号の変動に伴い、記録再生特性が低下する等の課題を有していた。

これに対し、本実施の形態2の磁気ディスク2は、下地層である誘電体層上に表面粗さが他の領域と異なるよう変化させて形成したサーボ用プリピット(信号領域)を形成し、記録膜における磁気特性の変化をサーボ基準信号として検出することにより、環境温度の変化、あるいは記録再生時に記録膜にレーザ光ビームを照射した際の磁気ディスクの温度変化に対しても、安定したサーボ特性が得られる。この結果、光ビーム等により記録膜を昇温させて、GMRヘッド等の磁気ヘッドを用いて信号再生する場合にも、熱耐久性に優れ、信号特性に優れた磁気ディスクを実現できるものである。

図2に、本発明の実施の形態2における磁気ディスク2の構造を示す。

21は金属材料からなる基板、26は下地層である誘電体層、27は磁性層群である記録膜、28は記録膜を保護し、かつ磁気ヘッド29を摺動させるための潤滑層の役割も果たす潤滑保護層である。また、磁気ヘッド29は、磁気ディスク2にレーザ光ビーム30を照射するための図示しない対物レンズを有する。24は記録トラックであり、サーボ用のピット領域22と、情報記録用のデータ領域23とにより構成されている。ピット領

域22には、表面粗さがピット領域22と異なるよう変化させて形成した2種類のサーボ用プリピットである、トラッキングサーボ用のプリピット25aとアドレス検出用のプリピット25bが形成されている。なお、磁気ディスク2のトラックピッチは $0.25\mu\text{m}$ である。

上記磁気ディスク2においては、記録膜27に対して潤滑保護層28が形成された側からレーザ光ビーム30を照射し、磁気ヘッド29により信号が記録再生される。これは、レーザ光スポットの再生時の検出限界よりも小さい記録マークの記録再生が必要な磁気ディスクに適用できる。

ここで、本実施の形態2の記録膜27について詳しく説明する。

記録膜27は、積層した磁性層群からなる。磁性層群は、図9に示す多層膜により構成されている。多層膜は、記録情報を保持しておく記録層113と、記録情報を磁壁の移動によって検出させるための再生層111と、再生層111と記録層113との間の交換結合を制御するための中間遮断層(以降、中間層)112とを有している。

図2で示した磁気ディスク2において、記録層113から中間層112を通して再生層111に転写した記録情報の磁壁は、光ビームによる温度勾配に差し掛かり次々と移動する。この磁壁の移動を磁気ヘッドにより検出することによって、再生時の磁気ヘッドでの検出感度を向上させて、超解像再生が可能となるDWDD(Domain Wall Displacement Detection)方式を磁気ディスクに適用できる。

上述の積層した記録膜27は、磁壁の移動を利用して、再生信号の振幅、および信号量を大きくする方法であるDWDD方式の一例であり、大きな界面飽和保磁力を有する磁性膜を記録層、小さな界面飽和保磁力を有する磁性膜を磁壁移動する再生層とし、比較的低いキュリー温度を有する磁性膜間の転写を切り換えるための中間層を用いている。したがって、記録膜27はDWDD方式を可能にする磁性層を用いていけば良く、この膜構成に限るものではない。

上記したDWDD方式の再生原理について、図9を参照しながらさらに詳しく説明する。

図9(a)は、回転している磁気ディスクの記録膜27の断面を示す図であり、図示しない基板と誘電体層の上に、再生層111、中間層112、記録層113からなる3層構成となっている。

再生層111として磁壁抗磁力の小さい磁性膜材料、中間層112としてキュリー温度の小さい磁性膜、記録層113として小さなドメイン径でも記録磁区を保持できる磁性膜を用いている。ここで、再生層は、記録トラック間を分離するガードバンド等を形成することにより、閉じていない磁壁を含む磁区構造を有している。

図に示すように、情報信号は、記録層113に熱磁気記録された記録磁区として形成されている。レーザ光スポットの照射されていない室温での記録膜27は、記録層113、中間層112、再生層111がそれぞれ強く交換結合しているため、記録層113の記録磁区はそのまま再生層111に転写形成される。

図9(b)は、図9(a)の断面図に対応した位置 $x$ と記録膜27の温度 $T$ との関係を表す。記録信号の再生時には磁気ディスクが回転し、記録トラックに沿ってレーザ光による再生ビームスポットが照射される。この時、記録膜27は、図9(b)に示すような温度分布を示し、中間層112がキュリー温度 $T_c$ 以上となる温度領域 $T_s$ が存在し、再生層111と記録層113との交換結合が遮断される。

また、再生ビームが照射されると、図9(c)の磁壁エネルギー密度 $\sigma$ に対する依存性に示すように、図9(a)、(b)の位置に対応する磁気ディスク回転方向である $x$ 方向に磁壁エネルギー密度 $\sigma$ の勾配が存在するために、図9(d)に示すように、位置 $x$ での各層の磁壁に対して磁壁を駆動させる力 $F$ が作用する。この記録膜27に作用する力 $F$ は、図に示すように磁壁エネルギー密度 $\sigma$ の低い方に磁壁を移動させるように作用する。再生層111は、磁壁抗磁力が小さく磁壁の移動度が大きいので、閉じていない磁壁を有する場合の再生層111単独では、この力 $F$ によって容易に磁壁が移動する。従って、再生層111の磁壁は、矢印で示したように、より温度が高くかつ磁壁エネルギー密度の小さい領域へと瞬時に移動する。そして、再生ビームスポット内を磁壁が通過すると、スポット内での再生層111の磁化は光スポットの広い領域で同じ方向に揃う。この結果、記録磁区の大きさに依らず、再生磁区の大きさは、常に一定の最大振幅になる。このため、GMRヘッド等の磁気ヘッドを用いて信号再生する場合にも、光ビーム等により記録膜27を昇温させているため、再生層111での転写磁区を拡大することにより、常に一定の最大振幅の信号量になるのである。

このような磁気ディスク2において、情報の記録時には磁気ディスク2が回転し、トラ



ックに沿ってレーザ光ビームスポットが照射されながら磁気ヘッドで記録される。この時、記録層113は高温で保磁力が低下することから、磁気ヘッドでの記録が可能となる。また、信号再生時には、レーザ光ビームを照射して温度上昇させながら、上記したDWDD方式を用いて磁壁移動により転写磁区を拡大させながら、GMRヘッド等の磁気ヘッドで再生磁区を検出する。この時、再生層の飽和磁化 $M_s$ も温度と共に上昇する構成であれば、昇温時に再生信号が極大となるため、磁気ヘッドでの検出感度が向上し再生信号が増大する。

次に、磁気ディスク2の作製方法について詳細に説明する。

まず、金属からなる基板21をマスクし、マスクした表面をイオンガンによりエッチングすることにより、表面粗さ $R_a$ が0.8nm以上のプリピットを形成している。

次に、直流マグネトロンスパッタリング装置にAlTiターゲットを設置し、基板を基板ホルダーに固定した後、 $8 \times 10^{-6}$  Pa以下の高真空になるまでチャンバー内をターボ分子ポンプで真空排気する。そして、真空排気をしたまま0.4Paとなるまでチャンバー内にArガスを導入し、基板を回転させながら、AlTiからなる金属の下地層を4nm形成する。さらに、Arガスと $N_2$ ガスを導入し、反応性スパッタリングにより、AlTiN膜の誘電体層26を5nm形成する。この結果、誘電体層の表面粗さ $R_a$ が0.6nm以上のサーボ用のプリピットが形成される。

そして、真空排気をしたままArガスを1.8Paとなるまでチャンバー内に導入し、基板を回転させながら、TbFeCoの合金ターゲットを用いて、TbFeCoの記録層113を60nm、DCマグネトロンスパッタリング法により形成する。ここで、TbFeCoからなる記録層113は補償組成温度が $-50^{\circ}\text{C}$ であり、キュリー温度は $310^{\circ}\text{C}$ になるように膜組成を調整して製膜した。この結果、記録層113の保磁力 $H_c$ は、室温からは温度上昇と共に減少するという膜特性が得られるため、昇温した状態では保磁力が小さくなり、磁気ヘッドでの記録が可能となる。また、本実施の形態においては、光ビームを照射した状態での温度勾配によるDWDD方式により信号を再生するが、再生層111は $90^{\circ}\text{C}$ で飽和磁化 $M_s$ が極大となるため、再生信号の増大効果が得られる。

次に、真空排気をしたまま真空室を移動し、Arガスを2.0Paとなるまでチャンバー内に導入し、基板を回転させながら、TbFeCoCrの合金ターゲットを用いて、TbFeC



oCrの中間層112を20nm、DCマグネトロンスパッタリング法により形成する。そしてさらに、真空排気をしたまま真空室を移動し、Arガスを0.8Paとなるまでチャンバー内に導入し、基板を回転させながら、GdFeCoCrの合金ターゲットを用いて、GdFeCoCrの再生層111を30nm、DCマグネトロンスパッタリング法により形成する。ここで、TbFeCo、TbFeCoCr、GdFeCoの膜組成は、合金のターゲット組成比と製膜条件を調整することにより、所望の膜組成に合わせることができる。

さらに、0.3Paとなるまでチャンバー内にArガスとN<sub>2</sub>ガスを導入し、基板を回転させながら、SiNからなる誘電体の層を4nm、反応性スパッタリング法により膜形成されている。そして、その上に、ダイヤモンドライクカーボンからなる固体層をArとCH<sub>4</sub>の混合雰囲気中で、Cターゲットを用いて、反応性RFスパッタリングにより、3nm形成する。さらに、パーフルオロポリエーテルを塗布して、潤滑保護層28を形成する。

なお、磁気ディスク2について、基板表面を直接エッチングにより加工した構成について述べてきたが、フォトリソ法によりプリピットを形成する方法、インプリント等を用いた方法、あるいは、基板上の下地表面を直接エッチングし直接プリピットの加工を行なう方法を用いてもよい。

さらに、磁気ディスク2について、トラックピッチが0.25 μmとしたが、情報の記録されるグルーブ幅が0.6 μm以下の構成であって、記録情報の最短のマーク長が0.3 μm以下の記録ドメインを記録するような磁気ディスクであれば、本発明の効果はより大きい。

以上のように、本実施の形態の構成によると、高密度な記録情報を記録再生した場合にも安定した再生信号特性が得られる。さらに、情報トラックでの記録磁区が安定した形状に形成されるために、記録再生時に隣接トラックからのクロスライトおよびクロストークも低減できる。

### (実施の形態3)

従来の記録ディスクでは、トラッキングサーボのためのサーボ信号を記録するために、サーボライター等を用いて磁気ディスク1枚ごとにサーボ信号を記録しており、時間とコストがかかるという課題があった。また、記録密度が高密度化されると、特にトラッキング方向における高精度な位置制御が困難であった。また、サーボライターと実

際の記録再生装置との記録トラック間の相関、さらに、環境温度の変動や記録膜へのレーザ光ビームを照射した際の磁気ディスクの温度上昇等に伴いサーボ特性が変動する、あるいは、劣化するという課題があった。特に、半径方向の位置変動、クロストーク、クロスイレースや、記録再生信号の劣化、あるいは再生信号量が低下するという課題を有していた。

これに対し、本願発明の磁気ディスクは、基板上に、表面粗さが他の領域と異なるよう変化させて形成したサーボ用プリピット(信号領域)を有する磁気ディスクの構成により、サーボライター等でのサーボ信号の記録を必要としない磁気ディスクとその製造方法を実現できる。また、ディスク上に基準となる位置情報が正確に記録されているため、環境温度等が変化した場合にも、磁気特性の異なるサーボ用のプリピットを基準に記録再生が可能となるため、温度変化に対する安定性に優れ、信号特性に優れた磁気ディスクを実現できるものである。

図3に、本発明の実施の形態3における磁気ディスク3の構造を示す。

31はガラスからなる透明な基板、36は下地層である誘電体層、37は磁性層群である記録膜、38は記録膜を保護し、かつ磁気ヘッド39を摺動させるための潤滑層の役割も果たす潤滑保護層である。34は記録トラックであり、サーボ用のピット領域32と情報記録用のデータ領域33とにより構成されている。ピット領域32には、表面粗さがピット領域32と異なるよう変化させて形成した2種類のサーボ用のプリピットである、トラッキングサーボ用のプリピット35aとアドレス検出用のプリピット35bが形成されている。プリピット35a、35b共に、凹形状を有している。なお、本実施の形態の磁気ディスク3のトラックピッチは $0.35\mu\text{m}$ である。

上記磁気ディスク3においては、基板31側からレーザ光ビーム40を照射し、記録膜37に対して潤滑保護層38が形成された側から、GMRヘッド等の磁気ヘッド39により信号が記録再生される。これは、高密度に記録された磁気ディスクの記録マークの記録再生に適用できる。また、レーザ光スポットの再生時の検出限界よりも、小さい記録マークの記録再生が可能となる。また、記録膜37は温度Tの上昇と共に、保磁力 $H_c$ が減少し、飽和磁化 $M_s$ が増加する特性を有している。情報の記録時には、磁気ディスク3が回転し、磁気ヘッド39によりトラックに沿ってレーザ光ビームスポットが照

射され、記録が行なわれる。この時、記録膜37は高温で保磁力が低下するため、磁気ヘッドでの記録が可能となる。また、信号再生時には、レーザ光ビームを照射して温度を上昇させながら、GMRヘッド等の磁気ヘッドにより、記録磁区を検出する。この時、飽和磁化 $M_s$ は温度と共に上昇し、70℃で極大となるため、磁気ヘッドでの検出感度が向上し、再生信号が増大する。

以下、磁気ディスク3の作製方法について詳細に説明する。

まず、基板31の作成には、図7に示すようなスタンプ80を用いる。スタンプ80にはフォトリジストを用いて、インプリントに用いられるピットパターン76を形成し、ピットパターン76の底面はイオンエッチングにより表面粗さを制御している。

次に、スタンプ80をガラスからなる基板31に押し付けてピットパターン76を転写させ、表面粗さ $R_a$ が0.5nm以上の凹形状を有するプリピット35a、35bを基板31に形成する。この工程により、基板31の記録トラック34にピット領域32と、データ領域33も形成される。

次に、直流マグネトロンスパッタリング装置にAlTiターゲットを設置し、凹形状を有するプリピット35a、35bが形成された基板31を基板ホルダーに固定した後、 $8 \times 10^{-6}$  Pa以下の高真空になるまでチャンバー内をターボ分子ポンプで真空排気する。そして、真空排気をしたまま0.3Paになるまでチャンバー内にArガスと $N_2$ ガスを導入し、基板31を回転させながら、AlTiNからなる下地層である誘電体層36を7nm、反応性スパッタリング法により形成する。

さらに、Arガスを1.5Paとなるまでチャンバー内に導入し、基板31を回転させながら、Tb、Fe、Coの各ターゲットを用いて、磁性層であるTbFeCoの記録膜37を50nm、DCマグネトロンスパッタリング法により形成する。ここで、TbFeCoの膜組成は、ターゲットの投入パワー比を調整することにより、所望の膜組成に合わせることができる。ここで、TbFeCoからなる記録膜37は、補償組成温度が $-130^\circ\text{C}$ であり、キュリー温度は $320^\circ\text{C}$ になるように各ターゲットの投入パワーを設定して製膜した。この時、室温での保磁力は6kOe以下となった。また、磁気ヘッド39により微小磁区を記録した場合にも、安定した記録磁区を形成でき、磁気ヘッド39により繰り返し記録再生した場合にも、信号特性に優れた記録再生が可能となる。ここで、図11に、信号領域と信

号領域以外の領域における、磁気ヘッドの位置による磁束密度の温度特性を示す。図11に示す磁束密度の変化をサーボ基準信号として検出し、サーボ信号を記録することで、情報信号の記録再生が可能となる。

そして、さらに記録膜37の上には、ダイヤモンドライクカーボンからなる固体保護層をArとCH<sub>4</sub>の混合雰囲気中で、Cターゲットを用いて、反応性RFスパッタリングにより、4nm形成する。さらに、その上にパーフルオロポリエーテルを塗布することで、潤滑保護層38を形成する。

なお、磁気ディスク3について、インプリントにより表面粗さが他の領域と異なるよう形成したブリットを有する基板に記録膜37を形成した構成について述べてきたが、ガラス基板を直接加工する方法、加熱溶融による転写する方法、あるいはフォトリソ法により転写する方法等を用いてもよい。

さらに、磁気ディスク3では、トラックピッチを0.35  $\mu$ mとしたが、情報の記録される記録トラック幅が0.6  $\mu$ m以下であって、記録情報の最短のマーク長が0.35  $\mu$ m以下の記録ドメインを記録するような磁気ディスクであれば、本発明の効果はより大きい。

以上のように、本実施の形態の構成によると、高密度な記録情報を記録再生した場合にも安定した再生信号特性が得られる。さらに、情報トラックでの記録磁区が安定した形状に形成されることになるため、記録再生時に隣接トラックからのクロスライトおよびクロストークも低減できる。

#### (実施の形態4)

従来の磁気ディスクでは、特にトラッキングサーボのためのサーボ信号を記録するために、サーボライター等を用いて、磁気ディスク1枚ごとに、サーボ信号を記録していたために、時間とコストがかかるという課題を有していた。また、記録密度が高密度化されると、特にトラッキング方向での位置制御が課題となっていた。特に、サーボライターと実際の記録再生装置との記録トラック間の相関、さらに、環境温度の変動、記録膜へのレーザ光ビームを照射した際の磁気ディスクの温度上昇等に伴い、サーボ特性が変動する、あるいは、劣化するという課題があった。特に、半径方向の位置変動等、クロストーク、クロスイレーズや、記録再生信号の劣化、あるいは再生信号量



が低下するという課題を有していた。

これに対し、磁気ディスク4は、基板上に、表面粗さが他の領域と異なるよう形成したサーボ用プリピット(信号領域)を有する構成により、サーボライターでのサーボ基準信号の記録を必要としない磁気ディスクとその製造方法を実現できる。また、ディスク上に基準となる位置情報が正確に記録されているため、環境温度等が変化した場合にも、磁気特性の異なるサーボ用のプリピットを基準に記録再生が可能となるため、温度変化に対する安定性に優れ、信号特性に優れた磁気ディスクを実現できるものである。

図4に、本発明の実施の形態4における磁気ディスク4の構造を示す。

41はガラスからなる透明な基板、46は下地層である誘電体層、47は磁性層群である記録膜、48は記録膜を保護し、かつ磁気ヘッド49を摺動させるための潤滑層の役割も果たす潤滑保護層である。44は記録トラックであり、サーボ用のピット領域42と、情報記録用のデータ領域43とにより構成されている。ピット領域42には、表面粗さがピット領域42と異なるよう変化させて形成した2種類のサーボ用のプリピットである、トラッキングサーボ用のプリピット45aとアドレス検出用のプリピット45bが形成されている。プリピット45a、45b共に、凹形状を有している。なお、本実施の形態の磁気ディスク4のトラックピッチは $0.4\mu\text{m}$ であり、プリピット径は $0.35\mu\text{m}$ である。

上記磁気ディスク4においては、記録膜47に対して潤滑保護層48が形成された側から、磁気ヘッド49により信号が記録再生される。これは、高密度に記録された磁気ディスクの記録マークの記録再生に適用できる。また、レーザ光スポットの再生時の検出限界よりも、小さい記録マークの記録再生が可能となる。情報の記録時には、磁気ディスク4が回転し、磁気ヘッド49により記録が行なわれる。この時、記録膜47は、保磁力が8kOe低下になるため、磁気ヘッド49での記録が可能となる。また、信号再生時には、GMRヘッド等の磁気ヘッドにより、記録磁区からの磁束を検出する。この時、飽和磁化 $M_s$ は温度と共に上昇し、 $60^\circ\text{C}$ で極大となる組成に調整すれば、磁気ヘッドでの検出感度が向上し、再生信号が増大する。

以下、磁気ディスク4の作製方法について詳細に説明する。

まず、基板41の作成には、図7に示した実施の形態3と同様に、記録トラックにピッ



ト領域とデータ領域が形成されているスタンプを用いる。スタンプはフォトレジストを用いてインプリントに用いられるプリピットが形成されている。

次もまた同様に、スタンプをガラスからなる基板に押し付けてピットパターンを転写させ、表面粗さRaが0.5nm以上のプリピットを基板41に形成する。この工程により、基板41には、記録トラック44にピット領域42とデータ領域43が形成される。

次に、自己組織化する有機物の微粒子50を凹形状を有するプリピット45a、45b内に塗布する。この構成により、プリピット45a、45b内とそれ以外の部分との表面形状が変化し、表面粗さRaの違いにより、記録膜47の磁気特性を変化させることができる。(図10および11、実施の形態1および3参照。)

この後、直流マグネトロンスパッタリング装置内の基板ホルダーに基板41を固定した後、 $8 \times 10^{-6}$  Pa以下の高真空になるまでチャンバー内をターボ分子ポンプで真空排気する。そして、真空排気をしたまま0.3Paとなるまでチャンバー内にArガスと $O_2$ ガスを導入し、基板41を回転させながら、Taターゲットを用いてTaOからなる下地層である誘電体層46を10nm、反応性スパッタリング法により形成する。

さらに、真空排気をしたままArガスを1.5Paとなるまでチャンバー内に導入し、基板41を回転させながら、TbFeCoの合金ターゲットを用いて、TbFeCoの記録膜47を60nm、DCマグネトロンスパッタリング法により形成される。ここで、TbFeCoの膜組成は、合金ターゲットの組成と製膜条件を調整することにより、所望の膜組成に合わせることができる。ここで、TbFeCoからなる記録膜47は補償組成温度が180℃であり、キュリー温度は330℃になるようにターゲット組成と条件を設定して膜組成を調整して製膜した。この組成により、室温での保磁力が6kOe以下となった。また、磁気ヘッド49により微小磁区を記録した場合にも、安定した記録磁区を形成でき、磁気ヘッド49により繰り返し記録再生した場合にも、信号特性に優れた記録再生が可能となる。

そして、さらに磁性膜47の上には、ダイヤモンドライクカーボンからなる固体保護層をArと $CH_4$ の混合雰囲気中で、Cターゲットを用いて、反応性RFスパッタリングにより、3nm形成する。さらに、その上にパーフルオロポリエーテルを塗布することで、潤滑保護層48を形成する。

なお、磁気ディスク4について、インプリントによりプリピットを形成し、自己組織化する微粒子により表面粗さが他の領域と異なるようプリピット形成した基板41に、記録膜47を形成した構成について述べてきたが、ガラス基板を直接加工する方法、加熱溶融による転写する方法、あるいはフォトリソグラフィにより転写する方法等を用いてもよい。また、プリピットに微粒子を塗布してからエッチング等を行なっても、表面粗さを容易に変えることができ、本発明のより顕著な効果が得られる。

微粒子に関して、直径が $0.2\mu\text{m}$ より小さく、均一な特性を有するものであれば、同等の効果が得られる。

さらに塗布工程やエッチング工程の調整により、表面粗さが互いに異なる複数の所望の領域を形成できる。

さらに、磁気ディスク4では、トラックピッチが $0.4\mu\text{m}$ としたが、情報の記録される記録トラック幅が $0.6\mu\text{m}$ 以下であって、記録情報の最短のマーク長が $0.3\mu\text{m}$ 以下の記録ドメインを記録するような磁気ディスクであれば、本発明の効果はより大きい。

以上のように、本実施の形態の構成によると、高密度な記録情報を記録再生した場合にも、安定した再生信号特性が得られる。さらに、情報トラックでの記録磁区が安定した形状に形成されることになるため、記録再生時に隣接トラックからのクロスライトおよびクロストークも低減できるものである。

#### (実施の形態5)

従来の磁気ディスクでは、記録膜へレーザ光ビームを照射した際に、磁気ディスクの温度上昇に伴い、サーボ特性が変動する、あるいは、劣化するという課題があった。あるいは、さらにサーボ信号の変動に伴い、記録再生特性が低下する等の課題を有していた。

これに対し、磁気ディスク5は、下地層上に表面粗さが他の領域と異なるよう形成したサーボ用プリピット(信号領域)を形成し、記録層における磁気特性の変化をサーボ基準信号として検出することにより、環境温度の変化、あるいは、記録再生時に記録膜にレーザ光ビームを照射した際の磁気ディスクの温度変化に対しても安定したサーボ特性が得られる。この結果、光ビーム等により記録膜を昇温させて、GMRヘッド等の磁気ヘッドを用いて信号再生する場合にも、熱耐久性に優れ、信号特性に優

れた磁気ディスクを実現できるものである。

図5に、本発明の実施の形態5における磁気ディスク5の構造を示す。

51はガラスからなる透明な基板、56は下地層である誘電体層、57は磁性層群である記録膜、58は記録膜を保護し、かつ磁気ヘッド59を摺動させるための潤滑層の役割も果たす潤滑保護層である。また、磁気ヘッド59は、磁気ディスク5にレーザ光ビーム60を照射するための図示しない対物レンズを有する。54は記録トラックであり、サーボ用のピット領域52と情報記録用のデータ領域53とにより構成されている。ピット領域52には、表面粗さがピット領域52と異なるよう変化させて形成した2種類のサーボ用のプリピットである、トラッキングサーボ用のプリピット55aとアドレス検出用のプリピット55bが形成されている。なお、磁気ディスク5のトラックピッチは $0.4\mu\text{m}$ である。

上記磁気ディスク5においては、記録膜57に対して潤滑保護層58が形成された側からレーザ光ビームを照射し、磁気ヘッド59により信号が記録再生される。これは、再生時のレーザ光スポットの検出限界よりも小さい記録マークの記録再生に必要な磁気ディスクに適用できる。また、記録膜57は温度Tの上昇と共に、保磁力 $H_c$ 、飽和磁化 $M_s$ が減少する特性を有している。情報の記録時には、磁気ディスク5が回転し、磁気ヘッド59によりトラックに沿ってレーザ光ビームスポットが照射され、記録が行なわれる。この時、記録膜57は高温では保磁力が低下するため、磁気ヘッドでの記録が可能となる。また、信号再生時には、レーザ光ビームを照射して温度を上昇させながら、GMRヘッド等の磁気ヘッドにより、記録磁区を検出する。この時、飽和磁化 $M_s$ は温度と共に上昇し、 $100^\circ\text{C}$ で極大となるため、磁気ヘッドでの検出感度が向上し、再生信号が増大する。

次に、磁気ディスク5の作製方法について詳細に説明する。

まず、透明なガラスからなる基板51の表面にフォトリソマーを用いてプリピットを形成する。プリピット部は、表面粗さ $R_a$ が $0.5\text{nm}$ より小さくかつ一定に平滑化されて形成される。プリピット部以外の領域は、マスクを通してイオンガンによりエッチングすることにより、表面粗さを $R_a0.5\text{nm}$ 以上にする。この結果、プリピット部の表面粗さがプリピット部以外の領域の表面粗さよりも小さいサーボ用のプリピットが形成される。

次に、直流マグネトロンスパッタリング装置に $\text{ZnS}-\text{SiO}_2$ ターゲットを設置し、基板51を基板ホルダーに固定した後、 $8 \times 10^{-6}$  Pa以下の高真空になるまでチャンバー内をターボ分子ポンプで真空排気する。そして、真空排気をしたまま0.2 Paとなるまでチャンバー内にArガスを導入し、基板51を回転させながら、 $\text{ZnS}-\text{SiO}_2$ からなる下地層である誘電体層56を10nm、RFマグネトロンスパッタリング法により形成する。これにより、基板51のプリピットが、下地層56にも形成される。

そして、真空排気をしたままArガスを2.0 Paとなるまでチャンバー内に導入し、基板51を回転させながら、TbFeCoの合金ターゲットを用いて、TbFeCoの記録膜57を80nm、DCマグネトロンスパッタリング法により形成する。ここで、TbFeCoの膜組成は、合金のターゲット組成比と製膜条件を調整することにより、所望の膜組成に合わせることができる。ここで、TbFeCoからなる記録膜57は、補償組成温度が $-40^\circ\text{C}$ であり、キュリー温度は $310^\circ\text{C}$ になるように膜組成を調整して製膜した。

さらに、0.3 Paとなるまでチャンバー内にArガスと $\text{N}_2$ ガスを導入し、基板51を回転させながら、SiNからなる誘電体の層を2nm、反応性スパッタリング法により膜形成されている。さらにその上に、アモルファスカーボンからなる固体潤滑層をArガス雰囲気中で、Cターゲットを用いて、DCスパッタリングにより、2nm形成する。さらに、パーフルオロポリエーテルを塗布して、潤滑保護層58を形成する。

この結果、飽和磁化 $M_s$ は温度と共に上昇し、 $120^\circ\text{C}$ で極大となり、また、保磁力 $H_c$ は、室温からは温度上昇と共に、減少するという膜特性が得られる。

また、磁気ディスク5では、光ビームを照射した状態での温度である $120^\circ\text{C}$ で、飽和磁化 $M_s$ が極大となり、微小磁区を記録した場合にも安定した記録磁区を形成でき、磁気ヘッドにより繰り返し記録再生した場合にも、信号特性に優れた記録再生が可能となる。

なお、磁気ディスク5について、基板51のフォトリソ表面を直接エッチングにより加工した構成について述べてきたが、スタンプの表面粗さの違いをフォトリソに転写させてプリピットを形成する方法、インプリント等を用いてフォトリソに転写させる方法、あるいは、基板上の下地表面のプリピット以外の部分を直接エッチングし、表面の粗さを変化させる工法を行なってもよい。



さらに、本実施の形態では、トラックピッチが $0.4\mu\text{m}$ であったが、情報の記録されるグループ幅が $0.6\mu\text{m}$ 以下の構成であって、記録情報の最短のマーク長が $0.3\mu\text{m}$ 以下の記録ドメインを記録する構成であれば、本発明の効果はより大きい。

以上のように、本実施の形態の構成によると、高密度な記録情報を記録再生した場合にも、安定した再生信号特性が得られる。さらに、情報トラックでの記録磁区が安定した形状に形成させるために、記録再生時に隣接トラックからのクロスライトおよびクロストークも低減できるものである。

#### (実施の形態6)

従来の磁気ディスクでは、記録膜へレーザ光ビームを照射した際に、磁気ディスクの温度上昇に伴い、サーボ特性が変動する、あるいは劣化するという課題があった。さらにサーボ信号の変動に伴い、記録再生特性が低下する等の課題を有していた。

これに対し、本実施の形態6の磁気ディスク6は、下地層上に表面粗さが他の領域と異なるよう変化させて形成したサーボ用プリピット(信号領域)を形成し、記録層における磁気特性の変化をサーボ基準信号として検出することにより、環境温度の変化、あるいは、記録再生時に記録膜にレーザ光ビームを照射した際の磁気ディスクの温度変化にも、安定したサーボ特性が得られ。この結果、光ビーム等により記録膜を昇温させて、GMRヘッド等の磁気ヘッドを用いて信号再生する場合にも、熱耐久性に優れ、信号特性に優れた磁気ディスクを実現できるものである。

図6に、本発明の実施の形態6における磁気ディスク6の構造を示す。

61はガラスからなる透明な基板、66は下地層である誘電体層、67は磁性層群である記録膜、68は記録膜を保護し、かつ磁気ヘッド69を摺動させるための潤滑層の役割も果たす潤滑保護層である。また、磁気ヘッド69は、磁気ディスク6にレーザ光ビーム70を照射するための図示しない対物レンズを有する磁気ヘッドである。64は記録トラックであり、サーボ用のピット領域62と情報記録用のデータ領域63とにより構成されている。ピット領域62には、表面粗さがピット領域62と異なるよう変化させて形成した2種類のサーボ用のプリピットである、トラッキングサーボ用のプリピット65aとアドレス検出用のプリピット65bが形成されている。なお、磁気ディスク6のトラックピッチは $0.35\mu\text{m}$ である。



上記磁気ディスク6においては、記録膜67に対して潤滑保護層68が形成された側から、レーザ光ビームを照射し、磁気ヘッド69により信号が記録再生される。これは、レーザ光スポットの再生時の検出限界よりも小さい記録マークの記録再生が必要な磁気ディスクに適用できる。また、記録膜67は温度Tの上昇と共に、保磁力 $H_c$ 、飽和磁化 $M_s$ が減少する特性を有している。情報の記録時には、磁気ディスク6が回転し、磁気ヘッド69によりトラックに沿ってレーザ光ビームスポットが照射され、記録が行なわれる。この時、記録膜67は、高温で保磁力が低下するため、磁気ヘッドでの記録が可能となる。また、信号再生時には、レーザ光ビームを照射して温度を上昇させながら、GMRヘッド等の磁気ヘッドにより、記録磁区を検出する。この時、飽和磁化 $M_s$ は温度と共に上昇し、 $100^{\circ}\text{C}$ で極大となるため、磁気ヘッドでの検出感度が向上し、再生信号が増大する。

次に、磁気ディスク6の作製方法について詳細に説明する。

まず、ガラス原盤にフォトリソを塗布して作製したスタンプの表面を、ピット形状のマスクを通してイオンガンによりエッチングし、表面粗さ $R_a$ を $0.7\text{nm}$ 以上に大きくする。次に、図7に示す製造方法と同様に、このスタンプを透明なガラスからなる基板61に押し付けてピットパターンを転写させ、プリピットを基板61に形成する。

次に、直流マグネトロンスパッタリング装置にAgCuターゲットを設置し、プリピットが形成された基板61を基板ホルダーに固定した後、 $8 \times 10^{-6}\text{Pa}$ 以下の高真空になるまでチャンバー内をターボ分子ポンプで真空排気する。そして、真空排気をしたまま $0.4\text{Pa}$ となるまでチャンバー内にArガスを導入し、基板61を回転させながら、AgCuからなる金属の下地層である誘電体層66を $6\text{nm}$ 、DCマグネトロンスパッタリング法により膜形成する。これにより、基板61のプリピットが、下地層66の表面にも形成される。

そして、真空排気をしたままArガスを $1.8\text{Pa}$ となるまでチャンバー内に導入し、基板61を回転させながら、TbFeCoの合金ターゲットを用いて、TbFeCoの記録膜67を $50\text{nm}$ 、DCマグネトロンスパッタリング法により形成する。

ここで、TbFeCoの膜組成は、合金のターゲット組成比と製膜条件を調整することにより、所望の膜組成に合わせることができる。ここで、TbFeCoからなる記録膜67は補

償組成温度が $-70^{\circ}\text{C}$ であり、キュリー温度は $320^{\circ}\text{C}$ になるように膜組成を調整して製膜した。この結果、飽和磁化 $M_s$ は温度と共に上昇し、 $110^{\circ}\text{C}$ で極大となる。また、保磁力 $H_c$ は、室温から温度上昇と共に減少するという特性が得られる。従って、本実施の形態の磁気ディスク6では、光ビームを照射した状態での温度である $110^{\circ}\text{C}$ で飽和磁化 $M_s$ が極大となり、微小磁区を記録した場合にも安定した記録磁区を形成でき、磁気ヘッド69により繰り返し記録再生した場合にも、信号特性に優れた記録再生が可能となる。

さらに、 $0.3\text{Pa}$ となるまでチャンバー内に $\text{Ar}$ ガスと $\text{N}_2$ ガスを導入し、基板61を回転させながら、 $\text{SiN}$ からなる誘電体の層を $2\text{nm}$ 、反応性スパッタリング法により形成する。そして、その上には、ダイヤモンドライクカーボンからなる固体の層を $\text{Ar}$ と $\text{CH}_4$ の混合雰囲気中で、 $\text{C}$ ターゲットを用いて、プラズマ $\text{CVD}$ により、 $3\text{nm}$ 形成する。この時、保護層表面をエッチングすることにより、表面粗さを $\text{Ra}0.7\text{nm}$ 以上にする。さらに、パーフルオロポリエーテルを塗布することで、潤滑保護層68を形成する。

このように、本実施の形態の潤滑保護層表面に面粗さの大きい凹凸を形成する構成により、磁気ヘッドの潤滑保護層表面への吸着を防止でき、磁気ヘッドの摺動特性、浮上特性に優れた潤滑保護層を形成できる。

なお、磁気ディスク6について、フォトレジスト原盤を直接エッチングにより加工して作製したスタンプを用いて、基板に転写させた構成について述べてきたが、フォトリソマーによりプリピットを形成した構成、基板を直接加工する方法等、あるいは基板上の下地表面を直接エッチングし、直接プリピットの加工を行なう方法を用いてもよい。

さらに、磁気ディスク6では、トラックピッチを $0.4\mu\text{m}$ としたが、情報の記録されるグループ幅が $0.6\mu\text{m}$ 以下の構成であって、記録情報の最短のマーク長が $0.3\mu\text{m}$ 以下の記録ドメインを記録するような磁気ディスクであれば、本発明の効果はより大きい。

以上のように、本実施の形態の構成によると、高密度な記録情報を記録再生した場合にも、安定した再生信号特性が得られる。さらに、情報トラックでの記録磁区が安定した形状に形成されることになるため、記録再生時に隣接トラックからのクロスライトおよびクロストークも低減できるものである。

(実施の形態7)

次に、本発明の磁気ディスクの記録再生装置について説明する。図8に、記録再生装置の構成を示す。

スピンドルモータ203に取り付けられた磁気ディスク201は、磁気ヘッド制御および検出回路206でコントロールされた磁気ヘッド202により、信号が記録再生される。また、光学ヘッド204は、レーザ駆動回路205により制御されたレーザ光をディスク上に照射しながら、磁気ヘッドでの記録再生を行なう。この時、モータ駆動および制御回路207により、モータの回転駆動制御と、レーザ光のサーボ制御等が行なわれる。光ヘッドの反射光はフォトディテクタ212により検出され、フォーカスサーボ制御およびトラッキングサーボ制御に利用される。

このような構成の記録再生装置を用いて、面粗さの異なるプリピットをもとにトラッキングサーボをかけながら、本発明の磁気ディスクに情報の記録再生を行なう。

ここで、本実施の形態の磁気ディスク201は、面粗さの異なるプリピットを形成した磁気ディスクであり、プリピットからの信号によりトラッキングサーボとアドレスの検出を行ない、さらに、プリピットを基準信号にサーボ信号をディスク上に記録形成して、磁気ディスクのフォーマットを行なうものである。

光学ヘッド204は、光学素子208、209、210、211を有する。ここでは、光学ヘッド204を磁気ヘッドと反対方向に配置した構成について示してあるが、実施の形態2、5、6に示したように、磁気ヘッドと同じ側から照射する構成であってもよい。

以上のように、本実施の形態の記録再生装置を用いると、高密度に記録再生した場合にも、安定したサーボ基準信号が検出でき、優れた記録再生信号特性が得られる。さらに、情報トラックでの記録磁区が安定した形状に形成させるために、記録再生時に隣接トラックからのクロスライトおよびクロストークも低減できる。

(他の実施の形態)

基板は、直接エッチング、あるいは、スタンプ等を介して、インプリント等で転写する方法により、表面粗さが他の領域と異なるよう形成した複数の領域を形成する構成について述べてきたが、これらの方法に限定されるものではなく、表面粗さが異なる複数の領域を形成してプリピットを作製する方法であればよい。

基板の記録トラックのトラックピッチは、 $0.25\mu\text{m}$ から $0.4\mu\text{m}$ の基板について説明してきたが、情報の記録されるグルーブ幅が $0.6\mu\text{m}$ 以下の構成であって、記録情報の最短のマーク長が $0.3\mu\text{m}$ 以下の記録ドメインを記録する構成であればよい。また、記録トラック、線記録密度が小さくなった場合には、本発明の効果がより大きい。

上記実施の形態では、プリピットの深さは限定していないが、より好ましくは、 $10\text{nm}$ から $200\text{nm}$ の範囲にある深さのプリピットを有する構成により、トラッキングサーボ用のプリピット、アドレス検出用のプリピット等からの信号を磁気ヘッドにより検出可能な構成であれば、本発明と同等以上の効果を実現できる。

磁気ディスクは、基板と誘電体の下地層の間に熱伝導率の大きい熱吸収層を形成し、さらに、熱伝導率の小さい層を形成して、ディスク内での温度分布、熱伝導を制御した構成であってもよい。

記録膜の構成は、単層、あるいは磁氣的超解像を用いた多層構造について述べてきたが、積層した磁性記録膜に、記録情報を保持しておく記録層を有する構成であればよい。この時、再生情報の信号量を増大させるための再生層と記録層とで構成され、2層間は磁氣的に交換結合されている構成であってもよい。

記録層の材料については、 $\text{TbFeCo}$ からなる記録層について述べてきたが、希土類金属—遷移金属合金を用いた磁性層であって、 $\text{Tb}$ 、 $\text{Gd}$ 、 $\text{Dy}$ 、 $\text{Nd}$ 、 $\text{Ho}$ 等の材料と、 $\text{Fe}$ 、 $\text{Co}$ 、 $\text{Ni}$ 等の遷移金属を含む磁性薄膜であればよい。

再生層の材料については、 $\text{GdFeCoCr}$ からなる再生層について述べてきたが、 $\text{GdFeCoAl}$ 、もしくはその他の材料組成、あるいはそれらの材料を積層した構成であってもよい。

記録層、再生層等の磁性層群に含まれる磁性膜には、 $\text{Cr}$ 、 $\text{Cu}$ 、 $\text{Ti}$ 、 $\text{Ta}$ 、 $\text{Ag}$ 、 $\text{Au}$ 、 $\text{Pt}$ 等の材料を添加して、耐腐食性を高めた構成であってもよい。

$\text{TbFeCo}$ の記録層を製膜時に、製膜速度、基板の回転数を制御することにより、 $\text{Tb}$ 、 $\text{Fe}$ 、 $\text{Co}$ の遷移金属を、周期構造に積層した構成であってもよい。この時の積層周期としては、少なくとも $2.0\text{nm}$ 以下にすることにより、記録層の飽和磁化 $M_s$ と保磁力 $H_c$ との積 $M_s \cdot H_c$ を増大させることができる。実際、 $1.0\text{nm}$ の積層周期の記録層で



は、 $4.0 \times 10^{(6)} \text{ erg/cm}^3$ という大きな $M_s \cdot H_c$ 値が得られた。50nm以下の微小磁区を記録した場合にも、安定した記録磁区を形成でき、繰り返し記録再生した場合にも、信号特性に優れた記録再生が可能となる。

記録層は、TbとFeCoが2.0nm以下の周期的な積層構成に限定されるものではなく、積層周期が0.3nm以上、4nm以下に積層した構成であって、記録層の膜厚を20nm以上、より好ましくは、40nmから200nmに形成した構成であれば、同等の効果が得られる。

本実施の形態では、TbとFe、Coの遷移金属が周期的な積層構成に限定されるものではなく、Tb、Fe、Coそれぞれ異なるターゲット、あるいは、それ以外の材料を含む構成であっても、2nm以下の積層周期を有する記録層の構成であればよい。

TbFeCoからなる記録層のキュリー温度は290℃から320℃に設定していたが、磁気ヘッドの特性、光学ヘッドにより温度上昇の条件、さらに、環境温度の許容範囲に応じて、少なくとも150℃以上の温度範囲に設定してよい。

記録層の製造方法では、記録層TbFeCo製膜時に、製膜速度、基板の回転数を制御することにより、TbとFe、Coの膜のミクロな構造を変化させることができ、磁気異方性の大きい非晶質な膜構造の磁性薄膜を用いてもよい。より具体的には、TbFeCoの記録層製膜時に、40rpmで自公転の回転をしながら、それぞれの元素粒子が0.5nm/secの製膜レートでそれぞれ製膜することにより、上記膜構造の形成が可能である。

以上のように、本実施の形態の構成により、記録層、中間層、再生層からなる3層構造の記録膜を用いた場合にも、記録層の記録情報が安定して磁気ヘッドにより検出でき、高密度に記録再生した場合にも、安定した再生信号特性が得られる。

これらの結果、本発明においては、記録情報の書き換え可能な記録層、中間層、再生層を順次積層した構成の記録膜に断熱層を介して潤滑層を形成した構成により、トラックピッチが0.6μm以下であって、0.3μm以下の微小磁区を安定して形成することができ、再生層に転写した再生信号の増大を可能にすることができる。さらに、情報トラックでの記録磁区が安定した形状に形成させるために、記録再生時に隣接トラックからのクロスライトおよびクロストークも低減できるものである。



DWDD方式を用いた磁氣的超解像による磁気ディスクについては、その膜構成が、再生層、中間層、記録層から形成されたものについて述べてきたが、この構成に限定されず、RAD(Rear Aperture Detection)、FAD(Front Aperture Detection)、CAD(Center Aperture Detection)、あるいは、ダブルマスク方式の磁氣的超解像方式、あるいは、MAMMOS(Magnetic Amplifying Magneto-Optical System)方式等の転写した磁区が拡大再生されるような膜構成の磁気ディスクであってもよい。

記録膜の構成は、記録層、中間層、再生層の3層構造に限定されず、必要な機能を有した多層膜を形成した構成であればよい。

本実施の形態では、記録層をArガス雰囲気中でスパッタリングする製造方法について述べてきたが、Ne、Kr、Xe等の不活性ガスを用いてもよい。また、それらの雰囲気ガス中に、 $H_2$ 等を含むさせてもよい。

本実施の形態の磁気ディスクでは、面粗さの異なるプリピットを形成した基板について述べてきたが、基板にグループ、あるいは、ランドを有し、記録トラック間を分離する構成であってもよい。このような構成であれば、情報の記録されるトラック間が磁性的遮断され、再生層に転写された記録磁区が容易に磁壁移動する構成を実現でき、前述したDWDD方式では、より信号特性に優れた磁気ディスクを実現できる。また、グループ、あるいは、ランドの凹凸により記録トラック間の分離も容易になり、この結果、 $0.1\mu m$ 以下の微小磁区を安定して形成し、DWDD方式による転写磁区の磁壁の移動度を確保でき、再生信号特性に優れた磁気ディスクを実現することができる。さらに、記録再生時に隣接トラックからのクロスライトおよびクロストークも低減できる。

基板の材料は、ガラス、金属について述べてきたが、材料特性に問題がなければ、プラスチック材料等、その他の材料を用いてもよい。

下地層である誘電体層としては、基板上にSiN、AlTiN、 $ZnS-SiO_2$ 、TaO、AlTi、AgCuについて述べてきたが、Cr、Ti、Taあるいはその他の材料の酸化物、もしくは窒化物、あるいはカルコゲン系化合物等のII-VI族、III-V族化合物、あるいはさらに、Al、Cu、Ag、Au、Pt等の金属材料、あるいはそれらを含む混合材料であってもよい。

また、上記材料を、保護膜材料として用いてもよい。

保護層について、ダイヤモンドライクカーボンからなる固体潤滑層を、ArとCH<sub>4</sub>の混合雰囲気中でCターゲットを用い、反応性RFスパッタリングにより形成する方法、およびアモルファスカーボンからなる固体潤滑層を、Arガス雰囲気中でCターゲットを用い、DCスパッタリングにより形成する方法について述べてきたが、CVD等を用いてダイヤモンドライクカーボン膜を形成すると、さらに緻密な膜の形成が可能になる。

また、保護層として、エポキシアクリレート系からなる樹脂、あるいはウレタン系樹脂を用いて、スピンコートにより5 μm程度の均一な膜厚に塗布し、紫外線ランプを照射して硬化させることにより形成する方法であってもよい。

さらに、パーフルオロポリエーテルからなる潤滑保護層を塗布する構成について述べてきたが、スピンコート法、あるいはディッピング法等を用いてもよい。

本願発明の磁気ディスクについて、テープバーニッシュ処理をさらに追加して、表面を傷つけることなく異物、突起等を除去し、内周から外周端まで保護コートの分布が±5%以下と良好な膜厚分布で均一に塗布する工程を用いてもよい。

基板は、両面タイプであってもよい。その場合には、トラッキングサーボ用のプリピットを両面に形成し、記録層や保護層の形成を両面に行なう必要がある。また、記録再生装置では、記録層を含む記録膜両面に磁気ヘッドを取り付けたドライブ構成にする必要がある。さらに、両面に成膜後、媒体表面をテープバーニッシュ装置に装着し、回転させながら両面を内周から外周に向かってテープバーニッシュすることで、異物、突起等を除去した構成であってもよい。

上記実施の形態における磁気特性の変化とは、基板、あるいは下地層の変化に伴う、記録膜の磁気特性であり、保磁力、飽和磁化、磁束密度、磁気異方性、あるいはそれらの温度特性等を含み、磁気ヘッドで検出可能な磁気特性の変化であれば、本発明と同等の効果が得られる。

#### 産業上の利用可能性

[0008] 本発明の磁気記録媒体は、高密度に情報の記録が可能であり、情報蓄積デバイス、メモリー媒体として有用である。

## 請求の範囲

- [1] 基板上に記録層を備える磁気記録媒体であって、  
前記基板上に、少なくとも一つの信号領域を有し、  
前記信号領域と前記信号領域以外の領域との表面粗さが異なることを特徴とする、  
磁気記録媒体。
- [2] 基板上に記録層を備える磁気記録媒体であって、  
前記基板上に下地層を備え、  
前記下地層上に、少なくとも一つの信号領域を有し、  
前記信号領域と前記信号領域以外の領域との表面粗さが異なることを特徴とする、  
磁気記録媒体。
- [3] 前記下地層は、誘電体層、金属層、もしくは磁性層、あるいはそれらを積層した薄膜からなることを特徴とする、請求項2に記載の磁気記録媒体。
- [4] 前記信号領域は、凹形状または凸形状を有することを特徴とする、請求項1から3のいずれか一項に記載の磁気記録媒体。
- [5] 前記信号領域に微粒子を充填することを特徴とする、請求項4に記載の磁気記録媒体。
- [6] 前記微粒子は、自己組織化する有機化合物であることを特徴とする、請求項5に記載の磁気記録媒体。
- [7] 前記信号領域は、表面粗さRaが0.5nm以上のプリピットであり、前記信号領域以外の領域の表面粗さRaが0.5nmより小さくかつ一定であることを特徴とする、請求項1～6のいずれか一項に記載の磁気記録媒体。
- [8] 前記信号領域は、表面粗さRaが0.5nm以下のプリピットであり、前記信号領域以外の領域の表面粗さRaが0.5nmより大きくかつ一定であることを特徴とする、請求項1～6のいずれか一項に記載の磁気記録媒体。
- [9] 前記記録層は、膜面垂直方向に磁気異方性を有する磁性膜からなることを特徴とする、請求項1から8のいずれか一項に記載の磁気記録媒体。
- [10] 前記記録層に形成されている記録磁区が転写され、記録情報再生時には前記転写された記録磁区の磁壁が移動する再生層を、前記記録層上にさらに備えることを

特徴とする、請求項9に記載の磁気記録媒体。

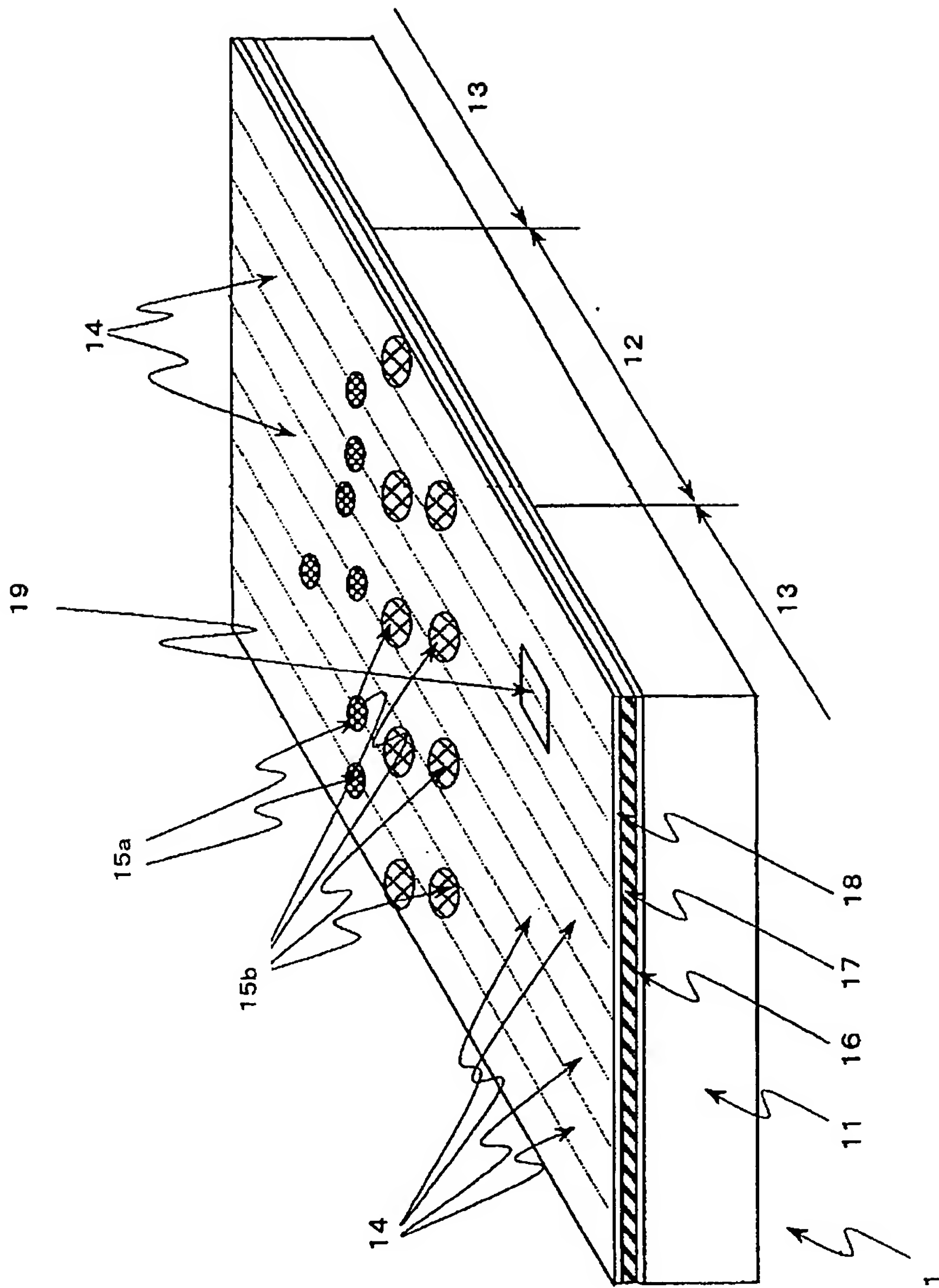
- [11] 前記信号領域は、記録再生用磁気ヘッドのトラッキングサーボの基準となるプリピットを有することを特徴とする、請求項1～10のいずれか一項に記載の磁気記録媒体。
- [12] 前記記録再生用磁気ヘッドのトラッキングサーボの基準となるプリピットは、前記記録層に形成されている記録磁区の最小パターンよりも小さい凹凸パターンを有することを特徴とする、請求項11に記載の磁気記録媒体。
- [13] 前記信号領域は、最大径が $0.5\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする、請求項1～12のいずれか一項に記載の磁気記録媒体。
- [14] 基板上に記録層を備える磁気記録媒体の製造方法であって、  
前記基板上に、少なくとも一つの信号領域を、その表面粗さが前記信号領域以外の領域の表面粗さと異なるように、エッチングにより形成することを特徴とする、磁気記録媒体の製造方法。
- [15] 前記磁気記録媒体の表面の表面粗さを、エッチングにより大きくすることを特徴とする、請求項14に記載の磁気記録媒体の製造方法。
- [16] 前記磁気記録媒体の表面の表面粗さを、エッチングにより平滑化することを特徴とする、請求項14に記載の磁気記録媒体の製造方法。
- [17] 前記記録層を形成後、前記記録層表面をエッチングすることにより平滑化することを特徴とする、請求項14に記載の磁気記録媒体の製造方法。
- [18] スタンパ表面をエッチングすることにより、スタンパ上にプリピットを形成し、  
前記プリピットを前記基板上に転写させることにより、その表面粗さが前記信号領域以外の領域と異なる前記信号領域を形成することを特徴とする、請求項14記載の磁気記録媒体の製造方法。
- [19] 前記エッチングは、エッチング面に微粒子を塗布した上で行なうことを特徴とする、請求項14～18のいずれか一項に記載の磁気記録媒体の製造方法。
- [20] 前記エッチングは、イオンエッチング、プラズマエッチング等のドライエッチングであることを特徴とする、請求項14～19のいずれか一項に記載の磁気記録媒体の製造方法。

- [21] 前記転写は、インプリントにより行なわれることを特徴とする、請求項18に記載の磁気記録媒体の製造方法。
- [22] 前記転写は、加熱転写により行なわれることを特徴とする、請求項18に記載の磁気記録媒体の製造方法。
- [23] 前記スタンプに形成された前記プリピットを、前記基板上に形成した樹脂上に転写させることを特徴とする、請求項18に記載の磁気記録媒体の製造方法。
- [24] 前記信号領域を基準信号として、前記磁気記録媒体上にサーボ信号を形成することを特徴とする、請求項14～23のいずれか一項に記載の磁気記録媒体の製造方法。
- [25] 基板上に記録層を備える磁気記録媒体の製造装置であって、  
基板上に、膜面垂直方向に磁気異方性を有する磁性膜からなる記録層を形成する記録層形成部と、  
前記基板上に、少なくとも一つの信号領域を、その表面粗さが前記信号領域以外の領域の表面粗さと異なるように、エッチングにより形成する領域形成部と、を備えることを特徴とする、磁気記録媒体の製造装置。
- [26] 基板上に記録層を備える磁気記録媒体の記録方法であって、  
表面粗さの違いによる磁気特性の違いを検出し、  
前記磁気特性の違いをもとにサーボ基準信号を形成し、  
トラッキングサーボをかけながらレーザ光を照射して、前記磁気記録媒体上に情報信号を記録することを特徴とする、磁気記録媒体の記録方法。
- [27] 基板上に記録層を備える磁気記録媒体の再生方法であって、  
前記磁気記録媒体にレーザ光を照射して、前記記録層を昇温させながらサーボ基準信号を形成し、  
トラッキングサーボをかけながらレーザ光を照射して、前記磁気記録媒体上からの情報信号を再生することを特徴とする、磁気記録媒体の再生方法。
- [28] 基板上に記録層を備える磁気記録媒体の記録再生装置であって、  
レーザ光を照射して、前記磁気記録媒体上に情報信号を記録再生する磁気ヘッドと、

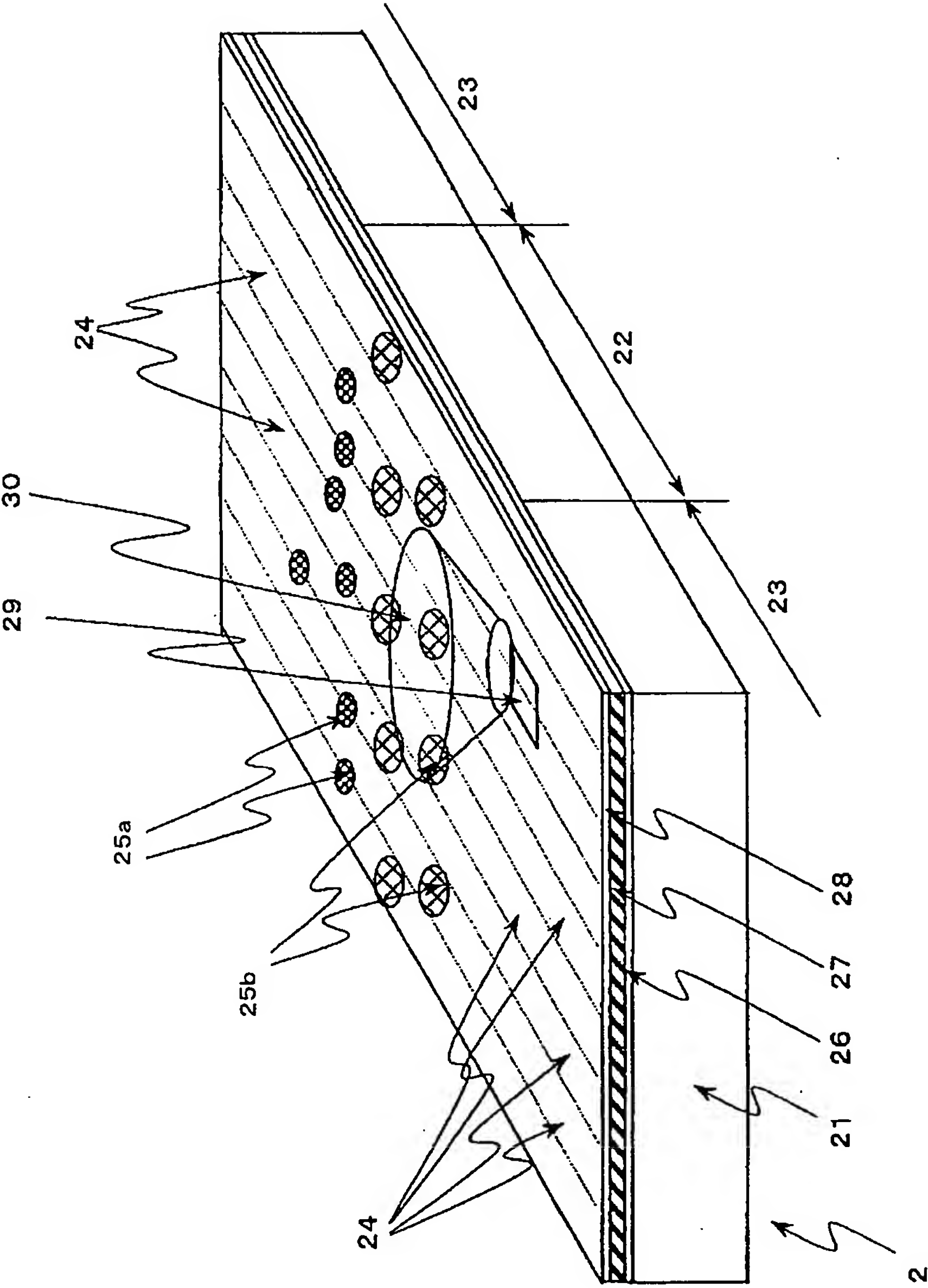


前記情報信号を再生時に前記磁気記録媒体にレーザ光を照射する光学ヘッドと、  
前記磁気ヘッドを制御し、表面粗さの違いによる磁気特性の違いを検出する磁気  
ヘッド制御検出部と、  
前記磁気記録媒体を回転させるスピンドルモータと、  
前記スピンドルモータの回転および駆動を制御し、レーザ光と前記磁気ヘッドのトラ  
ッキングサーボを制御するモータ駆動および制御回路とを備えることを特徴とする、  
磁気記録媒体の記録再生装置。

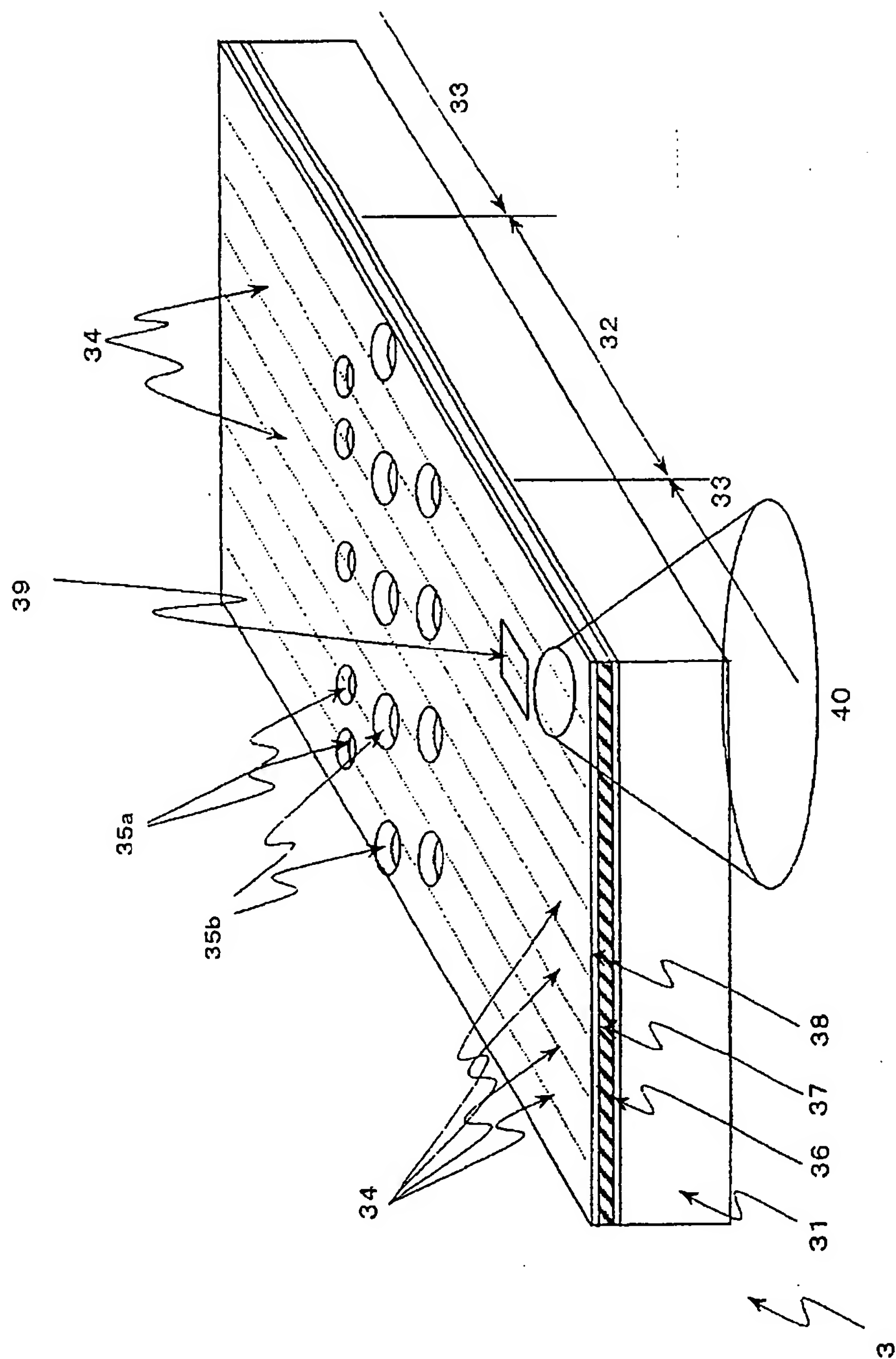
[図1]



[図2]

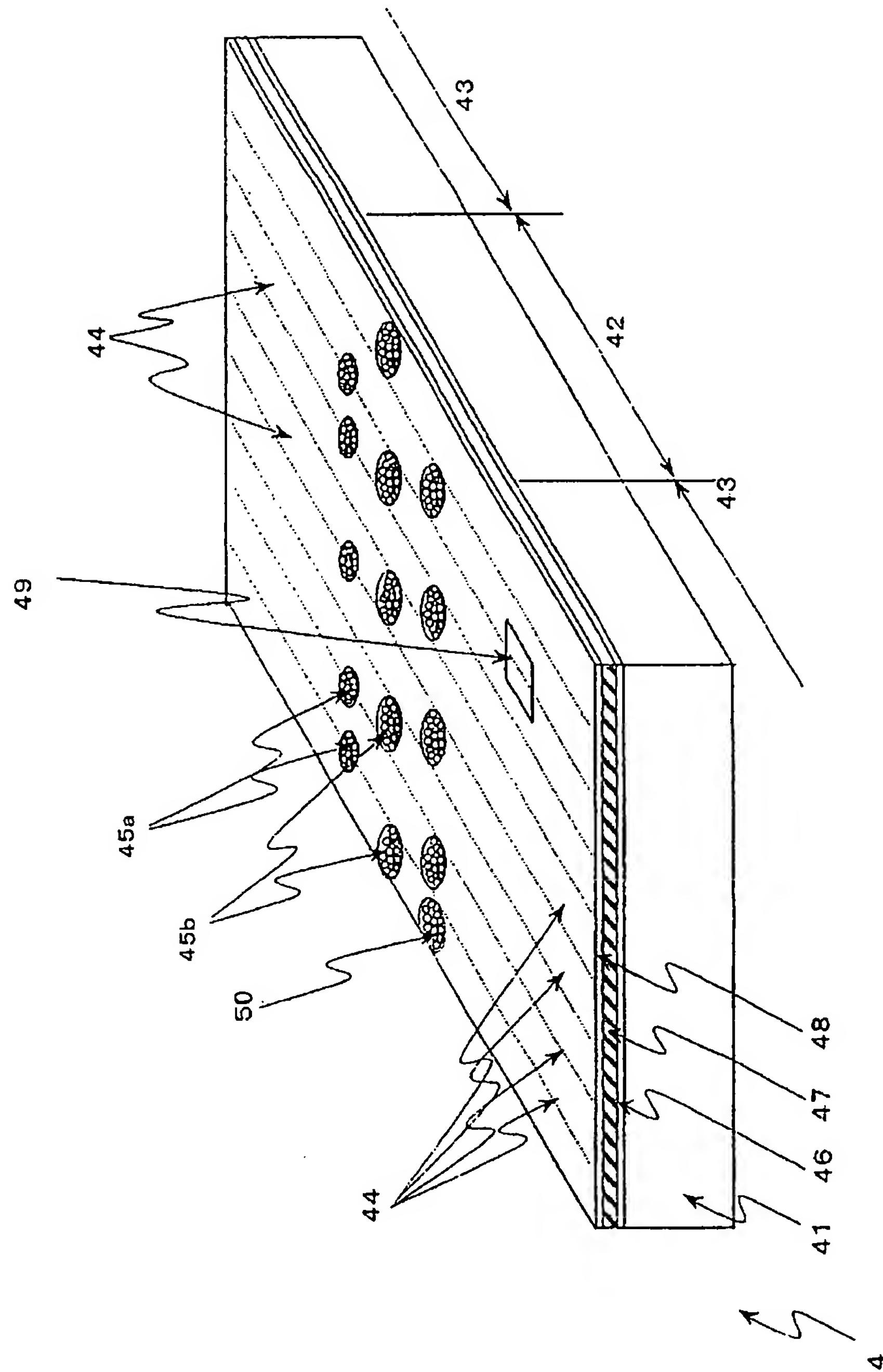


[図3]

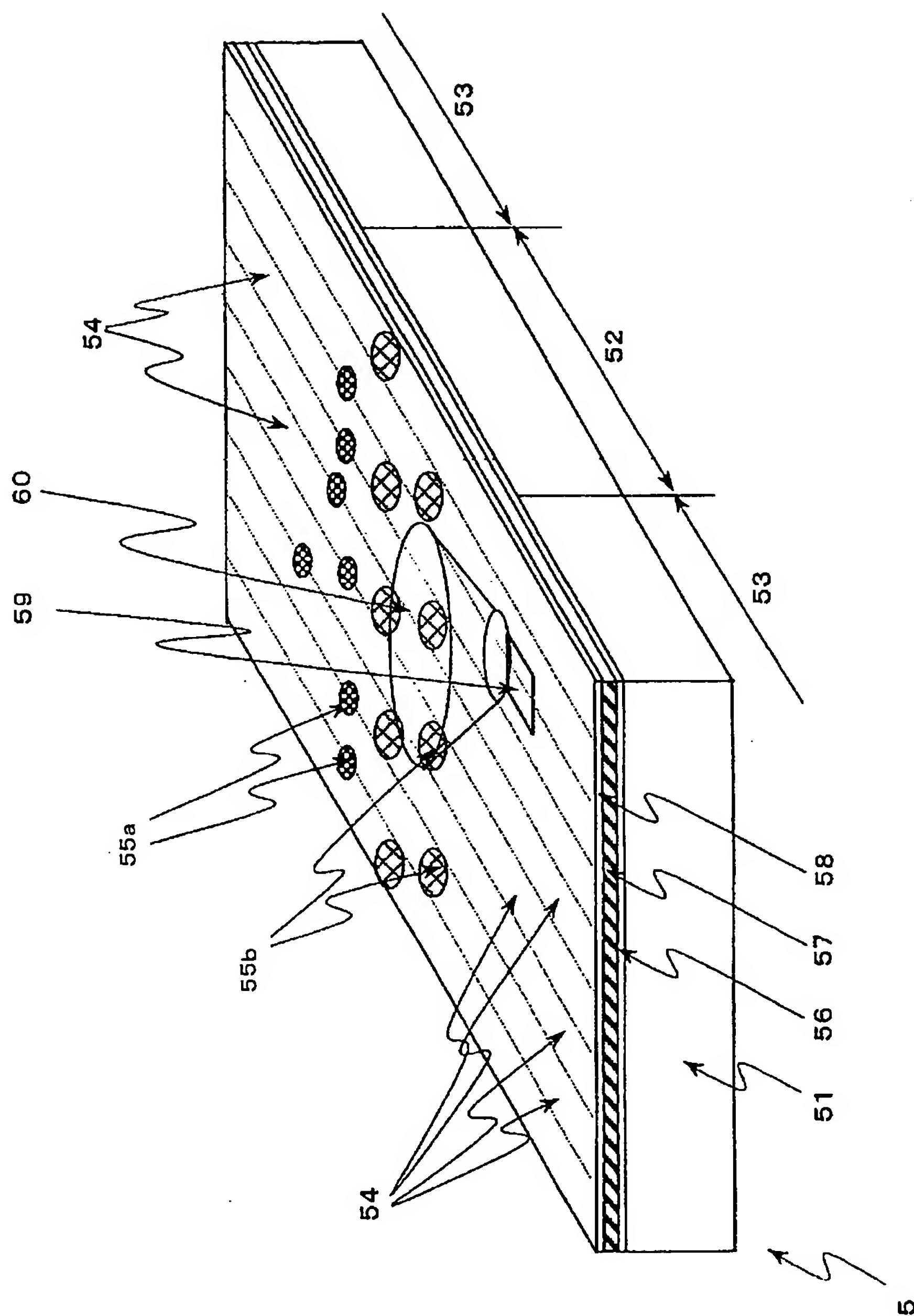




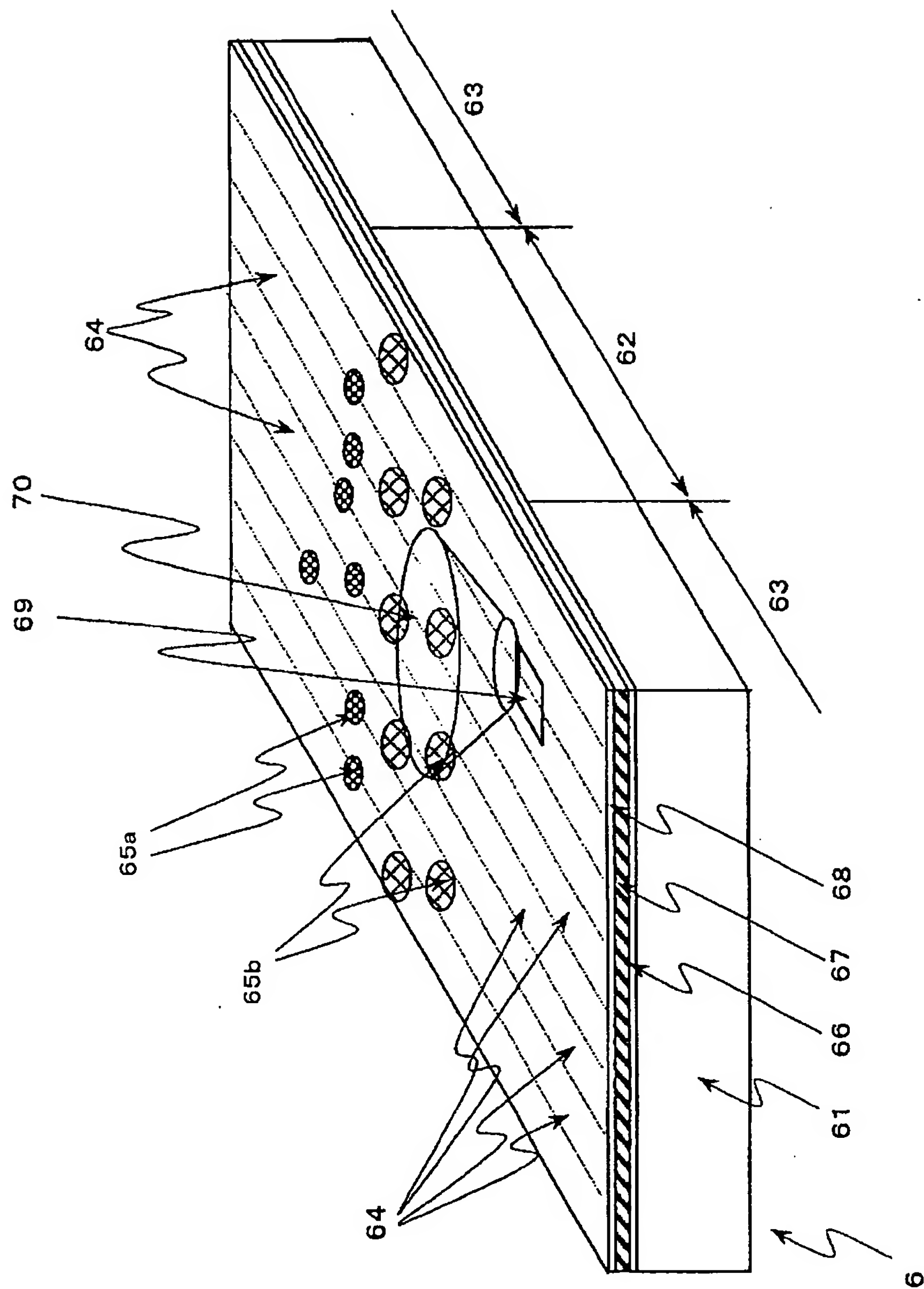
[図4]



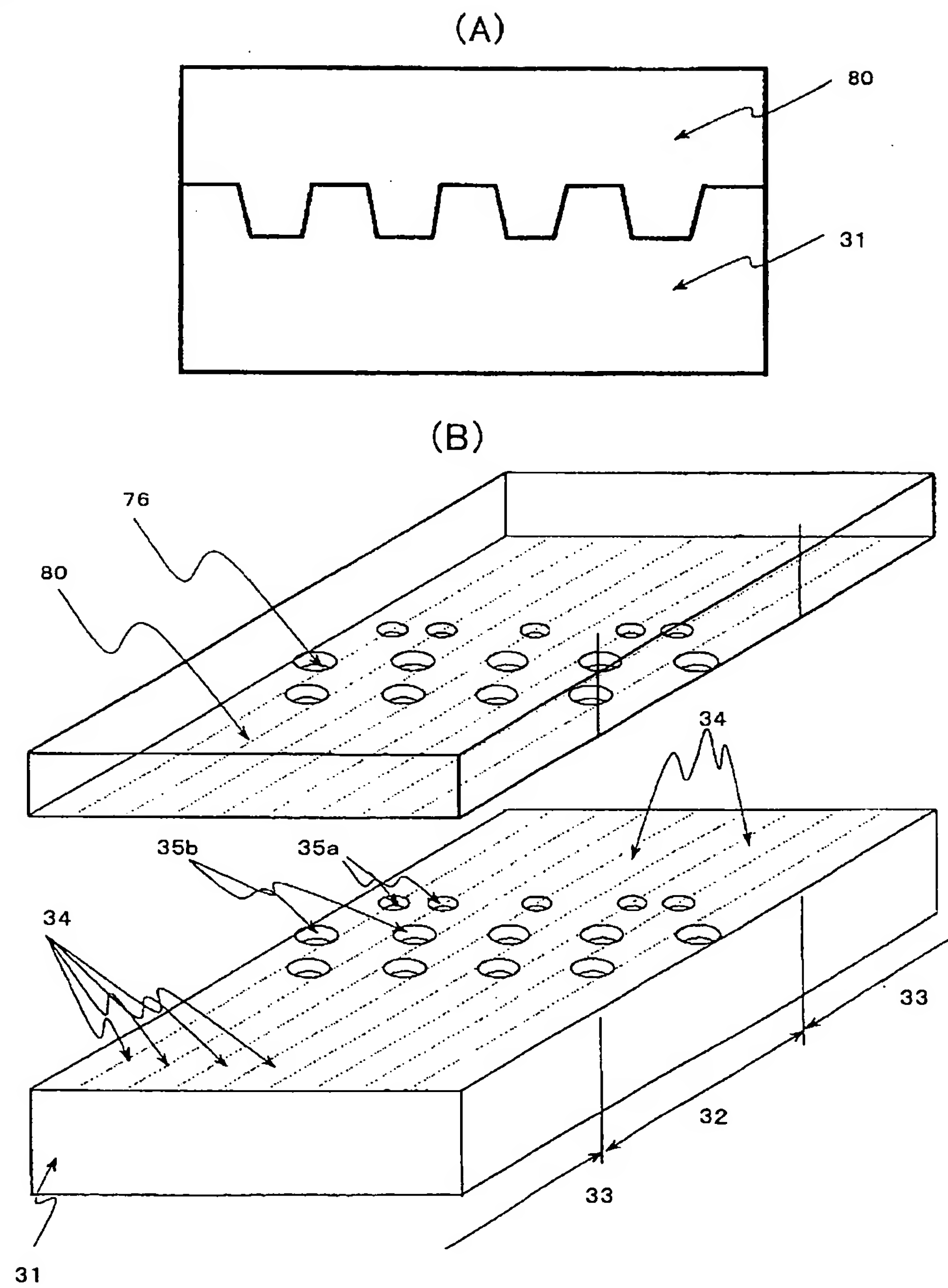
[図5]



[図6]

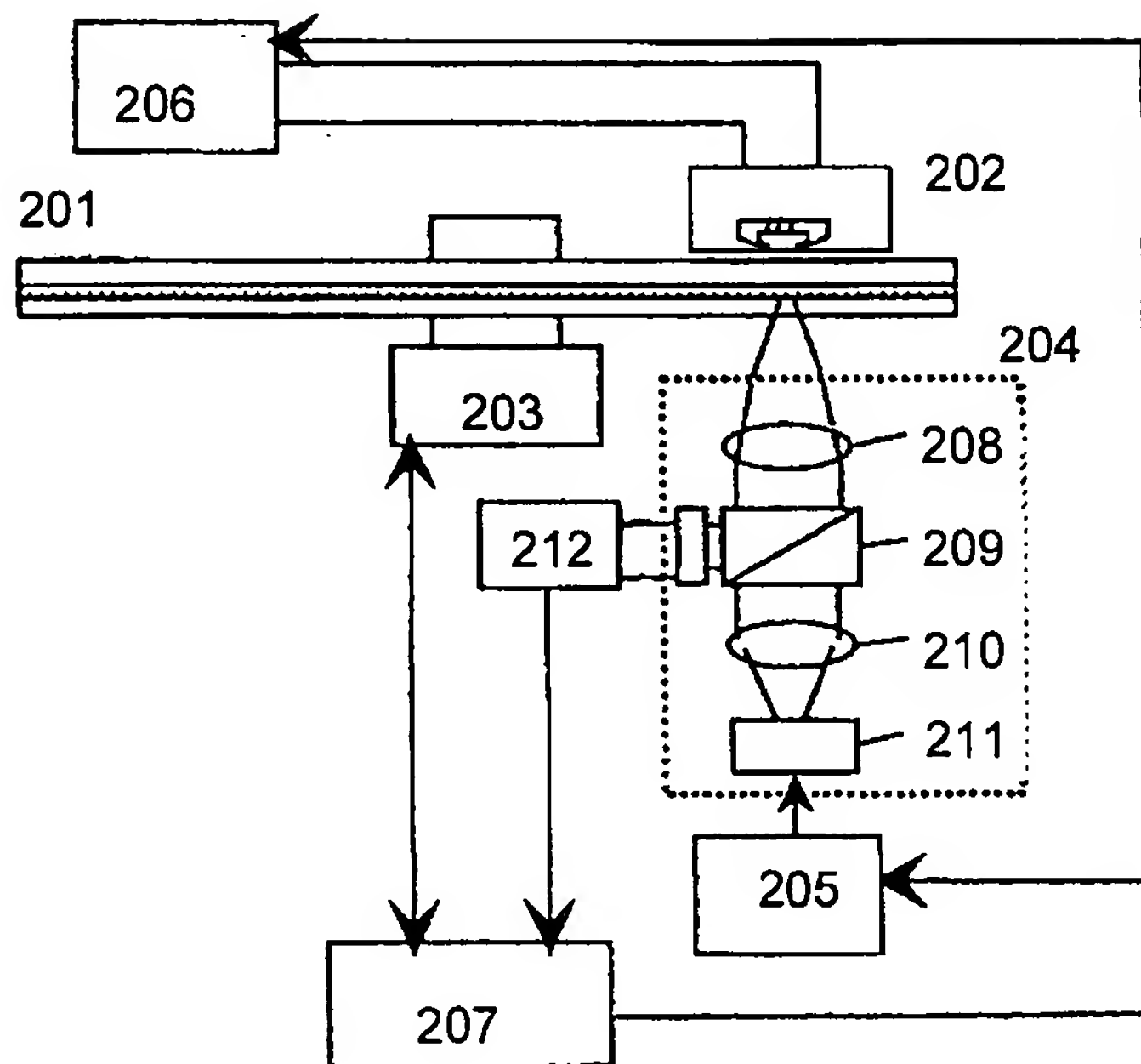


[図7]

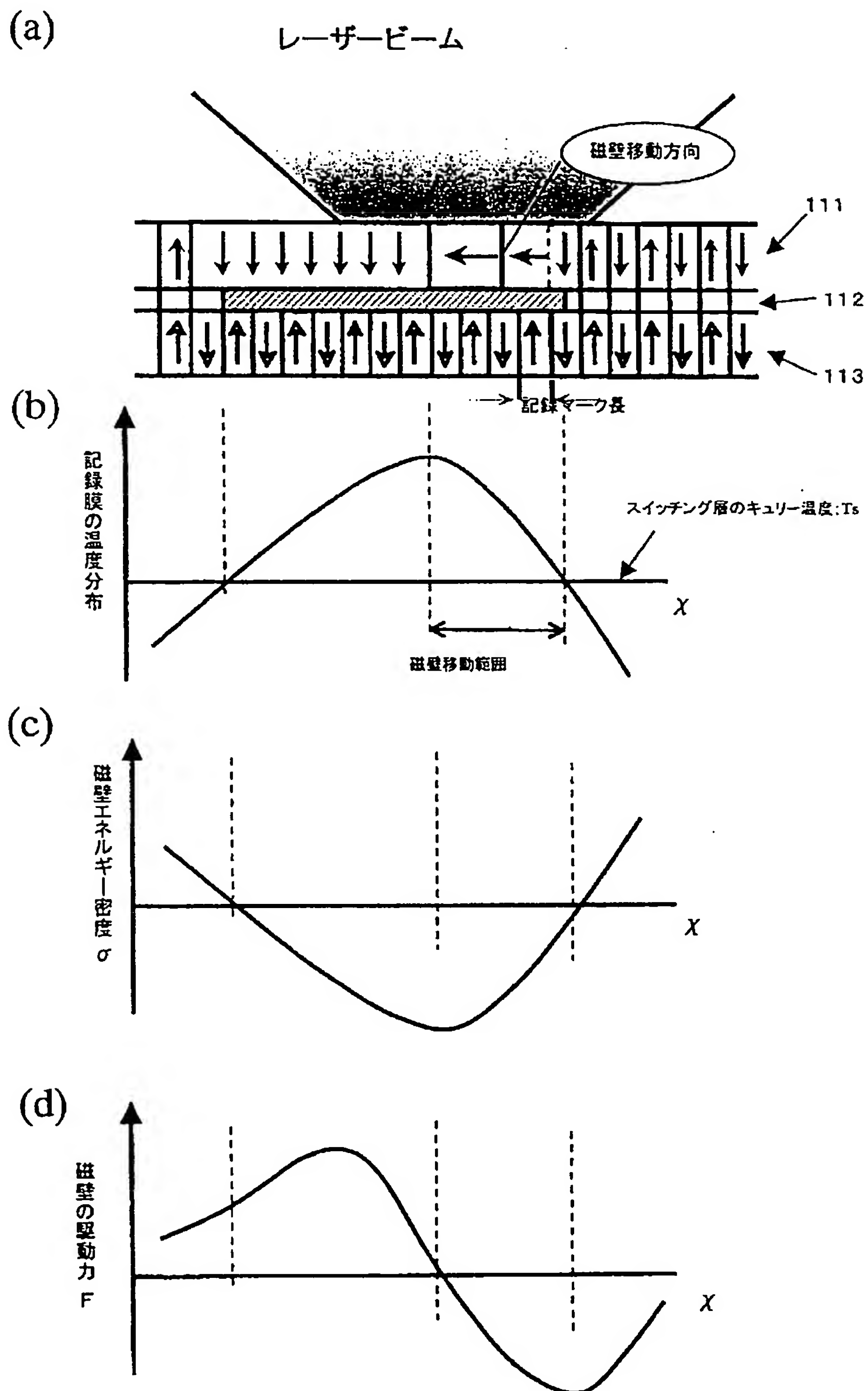




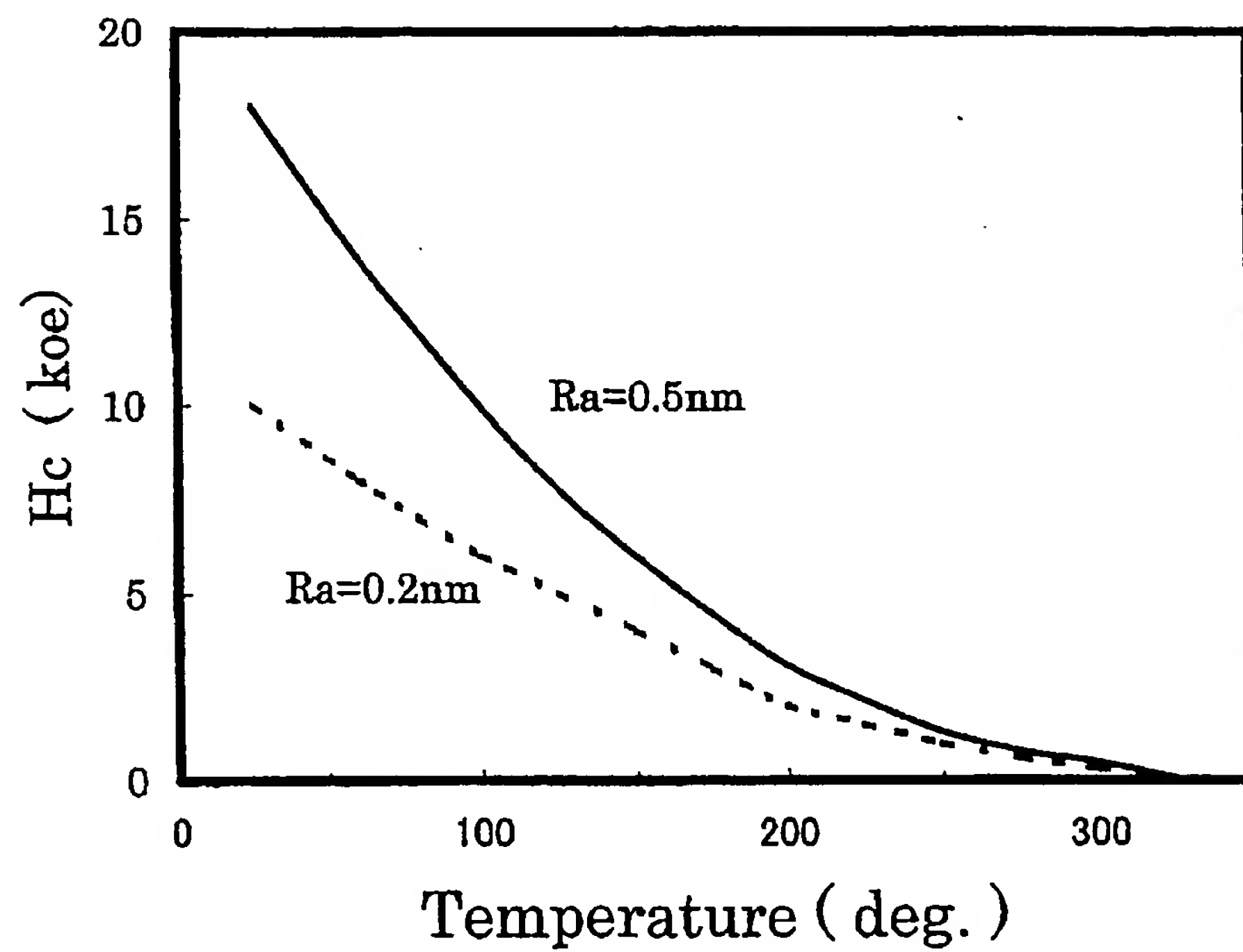
[図8]



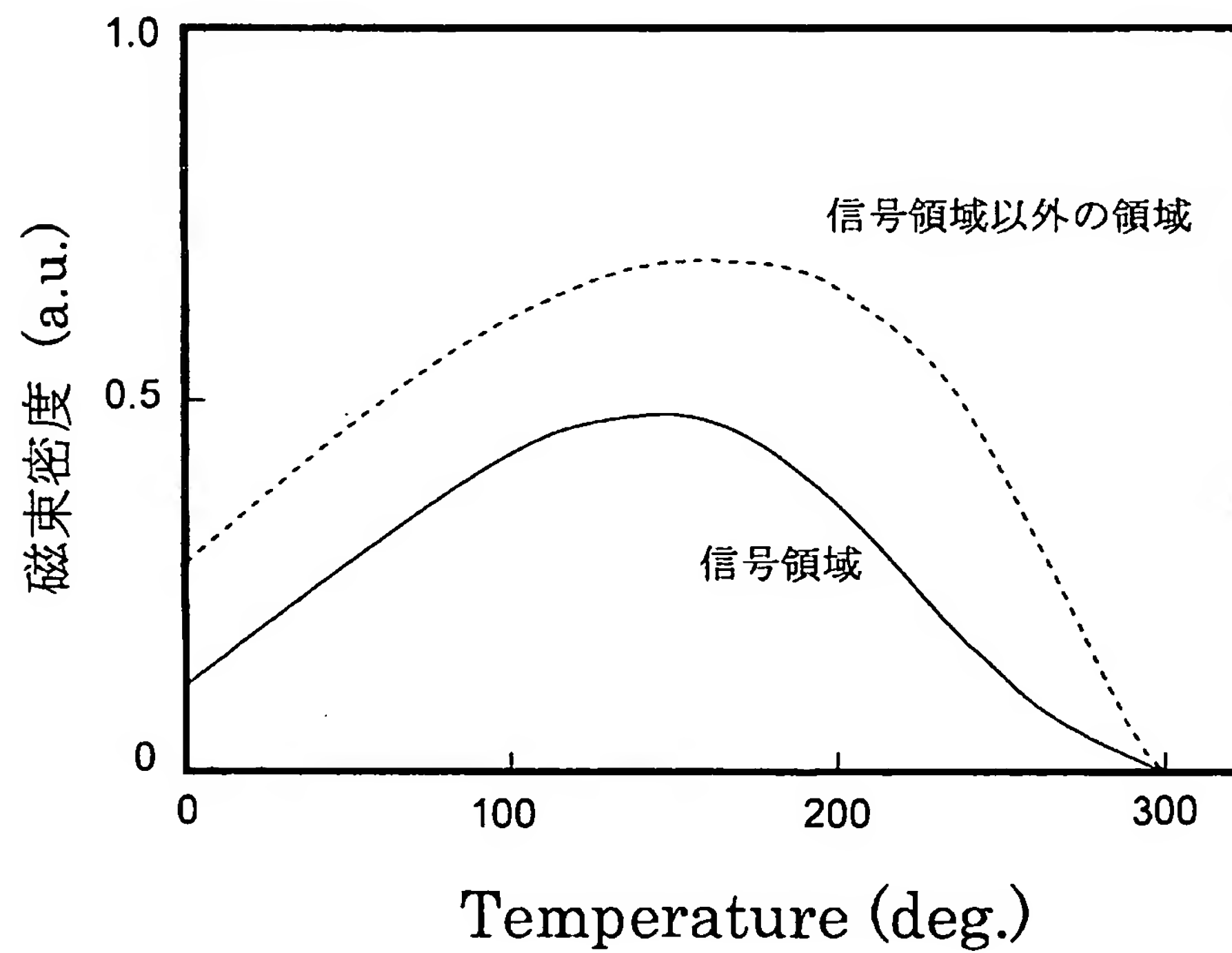
[図9]



[図10]



[図11]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/008157

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.<sup>7</sup> G11B11/10, 5/596, 5/65, 5/71, 5/738, 5/82, 5/84, 11/105, 21/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.<sup>7</sup> G11B11/10, 5/596, 5/65, 5/71, 5/738, 5/82, 5/84, 11/105, 21/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 8-7355 A (Hitachi, Ltd.), 12 January, 1996 (12.01.96),	1-4, 9, 14, 18, 23, 25
Y	Full text; all drawings (Family: none)	7-8, 11-13, 15-17, 19-22, 24, 26-28
A		5-6, 10
X	JP 1-229439 A (Toppan Printing Co., Ltd.), 13 September, 1989 (13.09.89),	1-4, 9, 11
Y	Claims; page 3, lower left column, lines 12 to 20; Fig. 9 (Family: none)	10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 August, 2005 (23.08.05)

Date of mailing of the international search report

13 September, 2005 (13.09.05)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/008157

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 6-290496 A (Canon Inc.), 18 October, 1994 (18.10.94), Full text; all drawings & US 6399174 B1 & EP 618572 A2 & DE 69430883 T	10, 26-28
Y	JP 8-203058 A (Hitachi, Ltd.), 09 August, 1996 (09.08.96), Full text; all drawings (Family: none)	11-13
Y	JP 2001-176004 A (Hitachi Maxell, Ltd.), 29 June, 2001 (29.06.01), Full text; all drawings (Family: none)	26-28
X	JP 6-176405 A (Sony Corp.), 24 June, 1994 (24.06.94), Full text; Fig. 1 (Family: none)	1-3
X	JP 5-266523 A (Seiko Epson Corp.), 15 October, 1993 (15.10.93), Full text; Fig. 1 (Family: none)	1-3
A	JP 11-213420 A (Nikon Corp.), 06 August, 1999 (06.08.99), Full text; Fig. 1 (Family: none)	26-28

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.<sup>7</sup> G11B11/10, 5/596, 5/65, 5/71, 5/738, 5/82, 5/84, 11/105, 21/10

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.<sup>7</sup> G11B11/10, 5/596, 5/65, 5/71, 5/738, 5/82, 5/84, 11/105, 21/10

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

## 国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 8-7355 A (株式会社日立製作所) 1996.01.12, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-4, 9, 14, 18, 23, 25
Y		7-8, 11-13, 15 -17, 19-22, 24 , 26-28
A		5-6, 10

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって、出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

23.08.2005

国際調査報告の発送日

13.9.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

中野 浩昌

電話番号 03-3581-1101 内線 3551

5D

9294

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	JP 1-229439 A (凸版印刷株式会社) 1989. 09. 13, 特許請求の範囲, 第3頁左下欄第12行- 第20行, 第9図 (ファミリーなし)	1-4, 9, 11 10
Y	JP 6-290496 A (キヤノン株式会社) 1994. 10. 18, 全文, 全図 & US 6399174 B1 & EP 618572 A2 & DE 69430883 T	10, 26-28
Y	JP 8-203058 A (株式会社日立製作所) 1996. 08. 09, 全文, 全図 (ファミリーなし)	11-13
Y	JP 2001-176004 A (日立マクセル株式会社) 2001. 06. 29, 全文, 全図 (ファミリーなし)	26-28
X	JP 6-176405 A (ソニー株式会社) 1994. 06. 24, 全文, 図1 (ファミリーなし)	1-3
X	JP 5-266523 A (セイコーエプソン株式会社) 1993. 10. 15, 全文, 図1 (ファミリーなし)	1-3
A	JP 11-213420 A (株式会社ニコン) 1999. 08. 06, 全文, 図1 (ファミリーなし)	26-28